

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL



**Cigarrinhas-verdes da vinha em modo de produção
biológico: dinâmica populacional e refúgios de inverno**

Oskar Hajek Alvarez

Mestrado em Biologia Humana e Ambiente

Dissertação orientada por:
Maria Teresa Rebelo (FCUL), Elisabete Figueiredo (ISA)

Agradecimentos

- ❖ às minhas orientadoras, a professora Teresa Rebelo e a professora Elisabete Figueiredo, pela constante disponibilidade, ajuda e paciência, por esclarecer todas as dúvidas e pelos preciosos conselhos, sugestões e revisões à minha tese;
- ❖ à Mestre Carina Neto que esteve presente e me ajudou nos meus primeiros passos do trabalho prático;
- ❖ à Sofia Seabra e Nuno Oliveira pelas boleias à Herdade do Esporão e ajuda no campo;
- ❖ a todos os funcionários da Herdade do Esporão, que direta ou indiretamente, permitiram a realização deste trabalho;
- ❖ à minha família que me ajudou a acabar a tese a tempo, seja pela identificação interminável de tubos de Eppendorf ou pela pressão, mais ou menos intensa, que me fez entregar este trabalho em tempo útil;
- ❖ à minha namorada, Inês Alves, pela companhia, ajuda no laboratório, correções, apoio na escrita e não só.

Resumo

As cigarrinhas-verdes são organismos fitófagos cuja designação remete a um conjunto de espécies de insetos homópteros da família Cicadellidae que são consideradas pragas em várias culturas e principalmente na cultura da vinha. As invasões e os danos causados pelas cigarrinhas-verdes são registados na maioria dos países mediterrâneos e da Europa central desde meados do século passado. Do complexo de espécies pertencentes ao grupo das cigarrinhas-verdes, em Portugal, só são consideradas pragas da vinha as espécies *Empoasca vitis* e *Jacobiasca lybica*. A denominação de praga deriva da sua atividade alimentar, a saliva toxica das cigarrinhas-verdes leva a deformação da superfície foliar, alterações na pigmentação e à necrose do tecido foliar. Neste estudo procurou-se avaliar a diversidade e abundância relativa de cigarrinhas praga assim como identificar as zonas de entrada, saída da vinha e locais de hibernação e perceber quais as variáveis ambientais que têm influência sobre a dinâmica populacional das cigarrinhas-verdes na Herdade do Esporão, Alentejo, que se encontra em modo de produção biológica. Identificaram-se duas espécies de cigarrinhas-verdes, *Empoasca solani* (Curtis) e *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon), a primeira em colonizar a vinha foi *E. solani*, no início de maio, e a partir de junho *J. lybica* dominou em todos os talhões. A presença das cigarrinhas-verdes na vinha atingiu o seu pico no início de outubro, decrescendo abruptamente na seguinte e última data de amostragem a 15 de outubro de 2019, momento no qual se estima que começou a migração para os hospedeiros de inverno. Foram capturadas 42 cigarrinhas-verdes nas armadilhas Rebell em novembro-dezembro 2019 e 37 entre fevereiro e abril 2020, observou-se que existia uma preferência por habitats que se localizavam junto a linhas de água com presença de vegetação arbustiva. Finalmente, constatou-se que nenhuma das variáveis climáticas analisadas, nem a composição do solo ou da sua cobertura, apresentavam relação significativa com a densidade populacional das cigarrinhas-verdes, o que leva a pensar que deverá estar relacionada com outros fatores não estudados.

Palavras chaves: cigarrinha-verde, Herdade do Esporão, vinha, gestão de pragas

Abstract

The green leafhoppers are phytophagous organisms whose name correspond to a group of homopterous insects from Cicadellidae family, which are considered pests especially in vineyards. The invasions and the damage caused by the green leafhoppers are registered in most of Mediterranean and central Europe countries since the last century. In Portugal, *Empoasca vitis* and *Jacobiasca lybica* are the only species considered pests in vineyards. They are considered a pest due to the eating habits. The green leafhoppers toxic saliva produces deformations in the leaves surface, pigmentation alterations and leaf necrosis. The aim of this dissertation was to evaluate the diversity and relative abundance of leafhopper pests as well as to identify the areas of entry and exit in the vineyard and hibernation sites in Herdade do Esporão, Alentejo region, which is in organic production mode. Two different species of green leafhoppers were identified, *Empoasca solani* (Curtis) and *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon), *E. solani* was the first to colonize the vineyard in the beginning of May and since June, *J. lybica* was the dominant species in every plot. The presence of green leafhoppers reached its peak in early October, decreasing abruptly in the following and last sampling date in October 15th, 2019, when it is estimated that migration to winter hosts started. In the sampling 42 green leafhoppers were captured in the Rebell traps, in November and December 2019, and 37 were captured between February and April 2020. We noticed that there was a preference for habitats which were located near water lines and with shrub vegetation. Finally, it was found that none of the analyzed climatic variables, neither the soil composition nor its cover presented any significant relation with the population density of the green leafhoppers, what leads to think that it must be related with other factors not studied.

Key words: green leafhoppers, Herdade do Esporão, vineyards, pest management

Nota introdutória

O trabalho apresentado nesta dissertação foi desenvolvido no âmbito do “Projecto Biondicadores” da equipa de Ecossistemas da Herdade do Esporão (Reguengos de Monsaraz), realizado em cooperação com as equipas agrícolas.

Índice	
Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract	v
Nota introdutória	vi
Lista de figuras	ix
Lista de tabelas	xi
1. Introdução	1
1.1. Viticultura em Portugal e cigarrinhas-verdes	1
1.2. Posição sistemática de <i>Jacobiasca lybica</i> e <i>Empoasca solani</i>	2
1.3. Morfologia das cigarrinhas-verdes	3
1.3.1. Ovos:	3
1.3.2. Ninfas:	3
1.3.3. Adultos:	4
1.4. Reprodução e ciclo de vida	5
1.5. Sintomas e prejuízos associados	6
1.6. Produção e controlo	7
1.6.1. Modo de produção biológico (MPB)	7
1.6.2. Métodos de controlo da cigarrinha-verde	8
2. Objetivos	11
3. Material e métodos	12
3.1. Área de estudo	12
3.2. Amostragem	14
3.2.1. Diversidade e abundância na vinha	14
3.2.2. Identificação de zonas de passagem para locais de hibernação	16
3.3. Identificação	16
3.4. Análise de dados	17
3.4.1. Diversidade e abundância na vinha e nas zonas de passagem para os locais de hibernação	17
3.4.2. Relação de variáveis climáticas, características ecológicas da vinha e população de cigarrinhas-verdes	17
4. Resultados	19
4.1. Diversidade e abundância na vinha	19
4.2. Abundância nas zonas de passagem para locais de hibernação	21
4.3. Relação de variáveis climáticas, características ecológicas da vinha e população de cigarrinhas-verdes	24
5. Discussão	27

5.1.	Diversidade e abundância na vinha	27
5.2.	Abundância nas zonas de passagem para locais de invernção.....	28
5.3.	Relação de variáveis climáticas, características ecológicas da vinha e população de cigarrinhas-verdes	29
5.4.	Medidas de gestão	29
6.	Conclusões.....	31
	Referências	33

Lista de figuras

Figura 1.1 Ovo de Cicadellidae. Adaptado de Gonzalez-Andujar et al. (2005).....	3
Figura 1.2 Ninfas de cigarrinha-verde. Adaptado de Mosna (2005).....	4
Figura 1.3 Indivíduo adulto de <i>Jacobiasca lybica</i> . Adaptado de Barber (2017).....	4
Figura 1.4 Esquema do edeago de <i>Jacobiasca lybica</i> (A) e <i>Empoasca solani</i> (B). Adaptado de Dmitriev (2003-presente).....	5
Figura 1.5 Ciclo de vida da cigarrinha-verde. Adaptado de Lima (2012).....	6
Figura 1.6 Descoloração e enrolamento das folhas devida a ação da cigarrinha-verde. Adaptado de Syngenta (2020)	7
Figura 1.7 Enrelvamento na entrelinha - Herdade do Esporão. Foto do autor	10
Figura 1.8 <i>Agranus atomus</i> , principal parasitoide da cigarrinha-verde. Adaptado de: https://www.flickr.com/photos/63662482@N06/31811471568	11
Figura 3.1 Localização da área de estudo. A: A Preto, distrito de Évora. B: A amarelo, concelho de Reguengos de Monsaraz, onde se localiza a Herdade do Esporão. C: A vermelho, localização aproximada da Herdade do Esporão.....	12
Figura 3.2 Uso do solo na Herdade do Esporão. Os 4 círculos representam as 4 zonas amostradas. A verde: Vinha Defesa, amarelo: Vinha Enoturismo, vermelho: Barranco dos Andorinhos e azul: Pequeno Douro. Adaptado de Oliveira (2020)	14
Figura 3.3 Locais de amostragem da cigarrinha-verde na vinha. Os talhões T035, T057 e T067 estão ocupados pela casta branca Antão Vaz. Os talhões T035A, T056 e T068 estão ocupados pela casta tinta Alicante-Bouschet. Adaptado de Seabra et al. (2019).....	15
Figura 3.4 Armadilha do tipo Rebell usada para estudar os locais de entrada e saída da vinha. Original de https://www.ndermattbiocontrol.com	16
Figura 3.5 Pontos de amostragem na vegetação circundante à vinha para identificação de passagem para locais de hibernação. Os 4 conjuntos de cores representam os locais de amostragem selecionados. A verde: Vinha Defesa (VD), amarelo: Vinha Enoturismo (VE), vermelho: Barranco dos Andorinhos (BA) e azul: Pequeno Douro (PD). Adaptado de Seabra et al. (2019).	16
Figura 4.1 Abundância de cigarrinhas-verdes por talhão e por data de amostragem. Os talhões T035, T057 e T067 estão ocupados pela casta branca Antão Vaz e os talhões T035A, T056 e T068 pela casta tinta Alicante-Bouschet. Na 1ª fase foram amostradas todas as castas, utilizando um total de 45 armadilhas quinzenalmente. Na 2ª fase a amostragem centrou-se nos talhões T035A, T056 e T068 utilizando um total de 15 armadilhas quinzenalmente.	19
Figura 4.2 Abundância média de cada espécie de cigarrinhas-verde por talhão	20
Figura 4.3 Abundância dos machos de cada espécie de cigarrinha-verde e das fêmeas nas duas primeiras amostragens em novembro 2019. No eixo horizontal são representados os pontos (VD, VE,	

BA, PQ) e armadilhas (1 a 40) onde foram observados exemplares de cigarrinhas-verde. Vinha Defesa (VD), Vinha Enoturismo (VE), Barranco dos Andorinhos (BA) e Pequeno Douro (PD).....	22
Figura 4.4 Cigarrinhas verdes na vizinhança da vinha na amostragem de novembro a dezembro 2019. A verde, pontos onde foram encontradas cigarrinhas-verdes nas armadilhas Rebell. A vermelho, pontos onde não foram encontrados exemplares. Cada armadilha foi denominada com o acrónimo do nome da zona e nº da armadilha (1 a 40). Vinha Defesa (VD), Vinha Enoturismo (VE), Barranco dos Andorinhos (BA) e Pequeno Douro (PD).	22
Figura 4.5 Abundância dos machos da espécie <i>E. solani</i> e das fêmeas de cigarrinha-verde nas duas amostragens realizadas em fevereiro e abril 2020. No eixo horizontal são representados os pontos (VD, VE, BA, PQ) e armadilhas (1 a 40) onde foram observados exemplares de cigarrinhas-verde. Vinha Defesa (VD), Vinha Enoturismo (VE), Barranco dos Andorinhos (BA) e Pequeno Douro (PD).	23
Figura 4.6 Cigarrinhas verdes na vizinhança da vinha na amostragem de fevereiro a abril 2020. A verde, pontos onde foram encontradas cigarrinhas-verdes nas armadilhas Rebell. A vermelho, pontos onde não foram encontrados exemplares. Cada armadilha foi denominada com o acrónimo do nome da zona e nº da armadilha (1 a 40). Vinha Defesa (VD), Vinha Enoturismo (VE), Barranco dos Andorinhos (BA) e Pequeno Douro (PD).	23
Figura 4.7 Representação do valor das variáveis ambientais por cada data de amostragem e a abundância média de cigarrinhas verdes de todos os talhões.	25

Lista de tabelas

Tabela 1.1 Estimativa de risco para a cigarrinha-verde. Adaptado de Ferreira (2009)	9
Tabela 3.1 A: Distância entre armadilhas e número de armadilhas colocadas nos 6 talhões estudados nas 3 primeiras amostragens quinzenais. Entre 2 de maio de 2019 e 3 de junho de 2019. B: Distância entre armadilhas e número de armadilhas colocadas nos 3 talhões estudados.	15
Tabela 3.2 Percentagem de indivíduos identificados em função do número total de indivíduos por armadilha.....	17
Tabela 4.1 Dominância de cada espécie de cigarrinha-verde por talhão durante todo o período amostrado	20
Tabela 4.2 Frequência, proporção de datas em que cada espécie de cigarrinha-verde foi encontrada nos diversos talhões ao longo do período de amostragem.	21
Tabela 4.3 Resultado do teste da ANOVA de comparação de densidade de cigarrinhas verdes nos 4 pontos amostrados no outono 2019. 0	24
Tabela 4.4 Resultado do teste da ANOVA de comparação de densidade de cigarrinhas verdes nos 4 pontos amostrados entre fevereiro e abril 2020.....	24
Tabela 4.5 Resultado do teste da ANOVA de comparação de densidade de cigarrinhas-verde entre os diferentes talhões ocupados pela casta Alicante-Bouschet para a amostragem realizada maio e outubro 2019 na vinha. Valor de significância é 0,789	25
Tabela 4.6 Resultados do teste de correlação de Spearman entre a abundância média de cigarrinhas verdes e as variáveis climáticas estudadas. ** Correlação significativa no nível 0,01. * Correlação significativa no nível 0,05.	26

1. Introdução

1.1. Viticultura em Portugal e cigarrinhas-verdes

Desde a antiguidade, a vinha foi cultivada nas regiões limítrofes da bacia mediterrânica e juntamente com o trigo e o azeite, era um dos produtos básicos da alimentação dos povos dessa região. Desde então o seu cultivo e o consumo de produtos derivados fazem parte da sua cultura (Fátas-Cabeza, 2002). Existem evidências fósseis de videira silvestre que datam da Era Terciária; no entanto os primeiros registos fósseis da espécie *Vitis vinifera* (L. 1753) (videira cultivada) datam da Era Quaternária. Vários locais arqueológicos demonstraram que os homens do Neolítico recoletavam os frutos de *V. vinifera* para o seu consumo. O início do cultivo da videira é estimado há 6000 anos e localizava-se em zonas próximas aos atuais países Iraque e Irão. A disseminação do cultivo vitícola nos países mediterrânicos é atribuída aos fenícios, responsáveis pela conquista dessa região perto do século XII a.C. Começaram a promover trocas comerciais e abasteciam em vinho as suas colónias. Em consequência, o conhecimento necessário para o cultivo da vinha e para a obtenção do vinho foi-se espalhando pelos seus territórios (Picornell & Meleno-Martínez, 2017).

A distribuição da videira segue latitudes com climas semelhantes ao mediterrânico. O seu cultivo predomina no hemisfério norte, estando também presente no hemisfério sul. Economicamente, a cultura da vinha é demarcada pelos paralelos 30° e 50°, em ambos hemisférios (Leitão, 2015; Fraga *et al.*, 2016).

Em Portugal continental, localizado entre os paralelos 37° e 42°, a videira encontra condições climáticas (térmicas e hídricas) ótimas para o seu desenvolvimento. Em 2019, a área destinada à vinha ocupava 192 743 ha, sendo a maioria destinados à produção de vinho. Portugal ocupa o 11º lugar no ranking dos maiores produtores de vinho do mundo com um total de 6,5 milhões de hl produzidos. No mesmo ano, e segundo os dados do Instituto da Vinha e do Vinho (IVV), Portugal exportou um total de 297 139 200 L de vinho originando uma receita de 821 489 000 euros. No ranking mundial das exportações, Portugal ocupa o 9º lugar quer em valor quer em volume. No mercado nacional, o consumo aumentou 5,8% entre 2017 e 2018, e 19,7% desde o ano 2000. Desde o ano 2000 o consumo de vinho aumentou globalmente 8,8% e a produção mundial alcançou os 292,3 milhões de hectolitros (IVV, 2020).

No presente trabalho foram acompanhadas duas castas de *Vitis vinifera*, Antão Vaz e Alicante Bouschet. Antão Vaz é uma casta branca essencialmente cultivada nas sub-regiões do Alentejo, assim como em Lisboa e Península de Setúbal. Apresenta alguma resistência à seca sendo sensível ao stress hídrico e ao excesso de água. Adapta-se melhor a solo secos e profundos, requerendo níveis elevados de calor e insolação. Esta casta é sensível ao míldio e à podridão dos cachos, contudo demonstra resistência ao oídio, desavinho e cigarrinhas-verdes, característica partilhada pela generalidade das castas glabras. É descendente da casta Cayentada, originária da Extremadura espanhola (Quintal Vitis, 2015, Santos, 2016).

A casta Alicante Bouschet foi criada em França em 1855 por Henry Bouschet, através do cruzamento entre as castas Grenache e Petit Bouschet. Trata-se de uma casta tinta difundida em França, Espanha, Itália e Portugal, mas maioritariamente neste último, sendo considerada uma casta portuguesa. Adapta-se bem a vários tipos de terrenos, desde soltos a argilosos e calcários. Apresenta uma boa tolerância à secura, mas é sensível ao vento e geadas na primavera. A casta Alicante Bouschet é sensível a escoriose, míldio e aos fitoplasmas. Apresenta maior sensibilidade à cigarrinha-verde, característica partilhada por castas que apresentam maior indumento (VCR, 2014, Böhm, 2018, CVRVV, 2020). Esta casta encontrou em Portugal e, sobretudo, no Alentejo um local onde se adaptou de forma notável

às várias condições ambientais, sendo considerada atualmente uma das principais castas nesta região de Portugal.

O conceito de inimigo das culturas é antropocêntrico. Podemos defini-lo como “Qualquer espécie, raça ou biótipo de planta, animal ou agente patogénico, nocivos a plantas ou produtos vegetais” (Amaro 2003). Os organismos ganham essa classificação quando as suas atividades interferem com os interesses humanos ou quando competem com o Homem por recursos comuns. No caso da agricultura, o inimigo da cultura contribui, através da sua atividade, para a redução quantitativa e qualitativa da produção agrícola, reduzindo o valor da colheita e aumentando os custos de produção, originando repercussões económicas. Os inimigos da cultura podem ser classificados em pragas, patogénios causadores de doenças e infestantes. As pragas são organismos animais, podendo ser insetos, ácaros, vertebrados, etc., nocivos para as plantas ou os seus derivados. As doenças são causadas por organismos patogénicos (vírus, bactérias, fungos, etc.) ou por fatores abióticos (excesso ou carência de nutrientes, água, etc.). Finalmente, as infestantes são organismos vegetais que segundo os critérios e interesses do ser humano não são desejáveis (Amaro, 2003). A atividade destes inimigos da cultura é responsável por uma perda de entre 20 e 40% da produtividade mundial, sendo os artrópodes responsáveis por 18 a 20% dessa perda originando um défice estimado de 460 000 milhões de dólares (Savary *et al.*, 2012; Sharma *et al.*, 2017). No contexto atual de aquecimento global e com a consequente modificação dos ecossistemas, estima-se que a perda da produtividade global aumente entre 10 e 25% por cada grau de temperatura (Deutsch *et al.*, 2018).

A cigarrinha-verde é uma denominação que corresponde a um complexo de espécies de insetos homópteros da família Cicadellidae que são uma das principais pragas da vinha. Os primeiros registos de ataques e estragos causados pelas cigarrinhas-verdes, *Empoasca* spp, datam do final da década de 50 do século passado e afetavam países da Europa central (França, Suíça, Itália) (Trentini, 1962; Baggiolini *et al.*, 1971; Touzeau, 1968).

Em Portugal, as primeiras referências da cigarrinha-verde como praga da vinha datam de 1980 na região do Alentejo (Coelho, 1983). Posteriormente, durante a década de 90, o complexo de espécies estendeu-se e afetou as regiões do Douro e do Dão (Raposo, 2003), nomeadamente *Empoasca vitis* (Göthe, 1875). A espécie *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon, 1922) foi identificada pela primeira vez em 1989 (Quartau *et al.*, 1989) e considerada a principal cigarrinha-verde responsável pelas lesões foliares que apareciam na vinha em Portugal.

1.2. Posição sistemática de *Jacobiasca lybica* e *Empoasca solani*

Em Portugal, as principais espécies de cigarrinhas-verdes que afetam a vinha são *Empoasca vitis* e *Jacobiasca lybica*, apesar de terem sido registadas outras duas espécies: *Empoasca solani* (Curtis, 1846) e *Empoasca decipiens* (Paoli, 1930). As vinhas alentejanas, onde foi desenvolvido o presente trabalho, são afetadas essencialmente pela espécie *Jacobiasca lybica*. (Raposo & Amaro, 2003).

Todas as espécies são muito semelhantes na sua morfologia externa: corpo estreito e alongado, coloração esverdeada e de dimensões parecidas. A identificação específica é possível apenas através da análise microscópica da genitália dos machos (Quartau & Rebelo, 1992; Rebelo, 1993). A posição sistemática de *Jacobiasca lybica* e *Empoasca solani*, segundo (Rebelo, 1993) é representada a seguir:

Subfilo – Hexapoda

Classe - Insecta

Subclasse - Pterygota

Divisão - Exopterygota

Ordem - Hemiptera

Sub Ordem - Auchenorrhyncha

Superfamília - Membracoidea

Família - Cicadellidae

Subfamília - Typhlocybinae

Tribo - Typhlocybini

Subtribo - Empoascinae

Gênero - *Jacobiasca* (Dworakowska, 1972)

Espécie – *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon, 1922)

Gênero – *Empoasca* (Walsh, 1862)

Espécie – *Empoasca solani* (Curtis, 1846)

1.3. Morfologia das cigarrinhas-verdes

O ciclo de vida das cigarrinhas-verdes passa por 3 estados de desenvolvimento: ovo, ninfa e adulto.

1.3.1.Ovos:

Os ovos são depositados no tecido foliar, de preferência junto a nervura principal na página inferior da folha, ou junto ao ponto de inserção do pecíolo. O ovo tem uma forma cilíndrica, um pouco curvado, ligeiramente mais largo e arredondado na parte posterior e mais afilado anteriormente (figura 1.1). Os ovos são esbranquiçados e tem dimensões reduzidas, medem em média 0,6 mm de comprimento e 0,3 mm de largura sendo de difícil observação (Klerks & Lenteren, 1991; Rebelo, 1993; Gonzalez-Andujar *et al.*, 2005).



Figura 1.1 Ovo de Cicadellidae. Adaptado de Gonzalez-Andujar *et al.* (2005)

1.3.2.Ninfas:

Antes de passar ao estado adulto, a cigarrinha-verde tem cinco instares ninfais (figura 1.2). No primeiro, a ninfa é incolor e vai adquirindo gradualmente tons verde-amarelados nos instares seguintes (Klerks & Lenteren, 1991). As ninfas caracterizam-se por apresentarem deslocamento lateral quando

incomodadas e permanecem na página inferior da folha (Rebelo, 1993). São insetos hemimetabólicos, por isso, as ninfas são semelhantes ao adulto, aumentam gradualmente de tamanho e o crescimento é associado ao desenvolvimento dos esboços alares (Lima, 2012). Apresentam um abdômen alongado e cilíndrico-cônico, corpo alongado entre 0,7-0,9 mm com antenas compridas, mas inferiores ao tamanho do corpo (Rebelo, 1993).

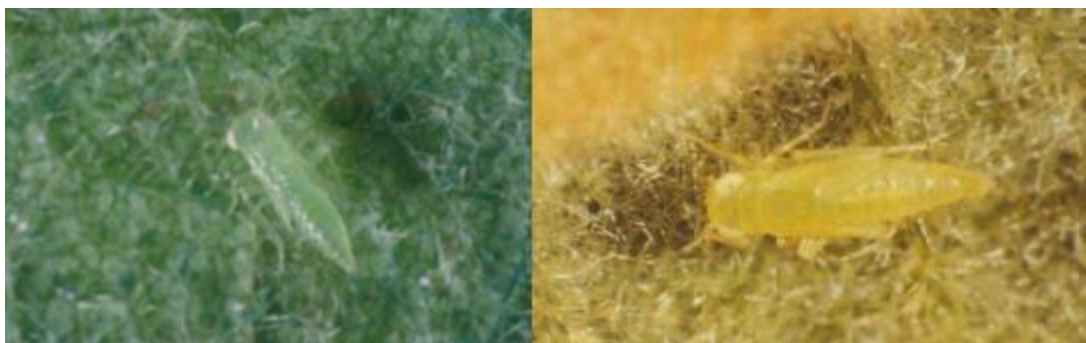


Figura 1.2 Ninfas de cigarrinha-verde. Adaptado de Mosna (2005)

1.3.3.Adultos:

No estado adulto, os indivíduos apresentam uma cor verde clara tendendo ao amarelo, medem entre 2,8 mm e 3,2 mm (figura 1.3) e, como no estado anterior, mantêm a armadura bucal picadora-sugadora que utilizam para desenvolver a sua atividade fitófaga. Localizam-se, como nos estados anteriores, principalmente na página inferior da folha. Apresentam um corpo com aspeto triangular devido às asas membranosas e translúcidas, que quando em repouso, se dispõem em telhado. As patas são longas e robustas, as tíbias posteriores são carenadas e dotadas de uma fileira de espinhos móveis que permite o deslocamento em saltos (Rebelo, 1993). Apresentam antenas setiformes localizadas entre os olhos que costumam ser brancos, mas em condições de humidade saturada podem adquirir tonalidades acastanhadas. A cabeça tem forma angular, o pronoto é curto e normalmente desenvolvido. Por vezes, pode apresentar manchas brancas na cabeça e/ou pronoto (Bono *et al.*, 2005). As fêmeas tendem a ser ligeiramente maiores que os machos, mas são morfologicamente idênticas. Depois da morte, adquirem uma cor amarelada (Rebelo, 1993).



Figura 1.3 Indivíduo adulto de *Jacobiasca lybica*. Adaptado de Barber (2017)

A identificação específica das cigarrinhas-verdes só pode ser feita através da análise microscópica da genitália dos machos; esta localiza-se no abdômen e é constituída pelos estilos, edeago, placas, conectivos e pigóforo (Quartau & Rebelo, 1992; Rebelo, 1993). O edeago é o órgão copulador dos machos através do qual é segregado o esperma durante a cópula. Contém o gonoduto que culmina no gonoporo na parte apical da haste. A morfologia do edeago é única para cada espécie daí a ser uma característica diagnosticante usada para a identificação específica (figura 1.4). Contrariamente aos machos, a genitália das fêmeas é mais conservada entre espécies (Marucci, 1998).

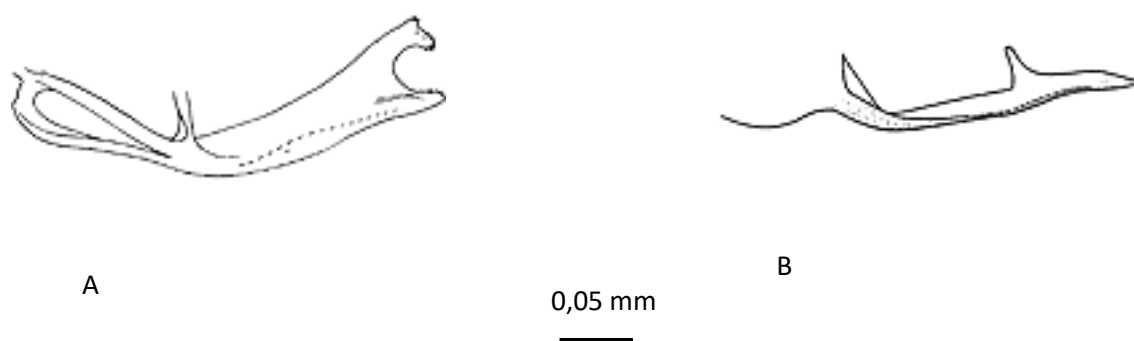


Figura 1.4 Esquema do edeago de *Jacobiasca lybica* (A) e *Empoasca solani* (B). Adaptado de Dmitriev (2003-presente)

1.4. Reprodução e ciclo de vida

O ciclo biológico é semelhante entre as 4 espécies, *Empoasca vitis*, *Jacobiasca lybica*, *Empoasca solani* e *Empoasca decipiens*. Durante o inverno, as cigarrinhas-verdes localizam-se em arbustos e plantas de folha perene e verde circundantes à vinha, até à primavera. Sendo espécies polípagas, essas plantas servem como fonte alimentar secundária (figura 1.5). No fim do inverno, início da primavera, quando as temperaturas são mais amenas e se dá o início da atividade vegetativa da cultura, os adultos que hibernaram na vegetação circundante à cultura passam para a vinha onde, depois de algumas semanas de atividade, as fêmeas depositam os ovos seguindo as nervuras principais da página inferior da folha. Os adultos, como os ovos e ninfas, estão maioritariamente localizados na página inferior das folhas (Klerks & Lenteren, 1991; Rebelo, 1993; Bono *et al.*, 2005). O número de ovos postos por fêmea e o tempo de incubação, assim como o de desenvolvimento, variam em função da espécie e da temperatura, determinando o número de gerações anuais. As fêmeas de *Jacobiasca lybica* tendem a depositar cerca de 50 ovos que amadurecem após 5-15 dias. Por outro lado, os cinco instares ninfais

têm duração de aproximadamente 15 a 28 dias (Klein, 1948; Loi & Zanardi, 1969; Hosny & El-Dessouki, 2009).

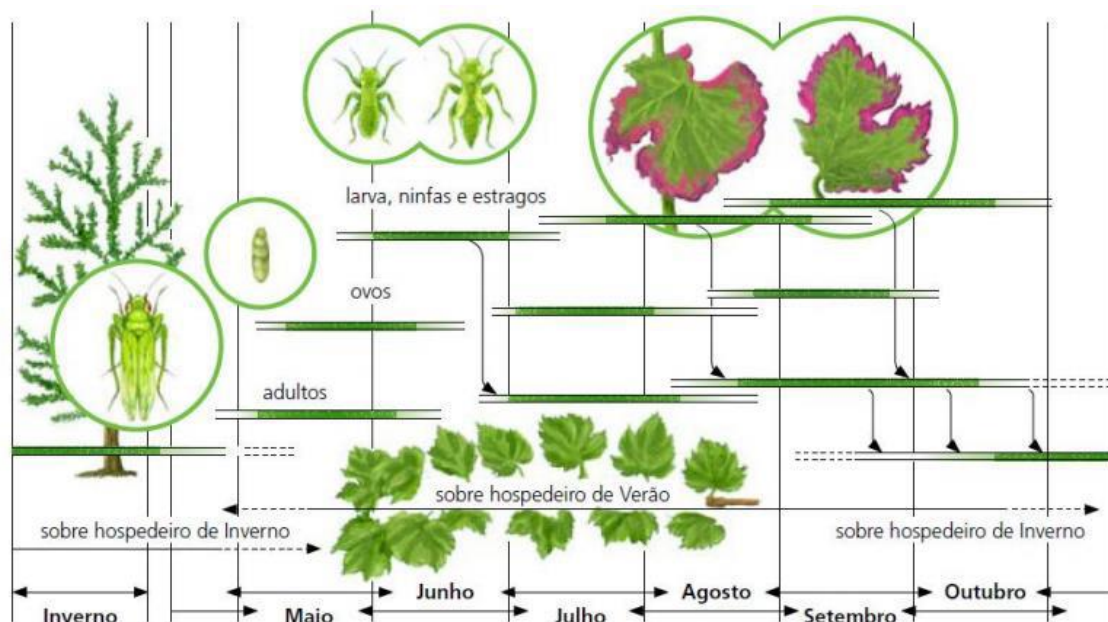


Figura 1.5 Ciclo de vida da cigarrinha-verde. Adaptado de Lima (2012)

Em Portugal, Espanha e Itália, países com clima mediterrânico, o número de gerações varia entre 4 e 5, no caso de *Jacobiasca lybica*, podendo alcançar números mais elevados caso as condições ambientais o permitam. Observaram-se casos em que se ultrapassavam 10 gerações por ano (Lentini *et al.*, 2008; Habib *et al.*, 2009). Temperaturas mais elevadas demonstram dar origem a um maior número de gerações anuais, podendo ocorrer a sobreposição das mesmas (Hosny & El-Dessouki, 2009). Com a queda da folha na vinha, a cigarrinha-verde migra para a vegetação envolvente, onde passará o inverno, maioritariamente em hibernação (Rebelo, 1993).

1.5. Sintomas e prejuízos associados

Como dito anteriormente, as cigarrinhas-verdes são organismos fitófagos, têm uma armadura bucal picadora-sugadora, perfuram geralmente o parênquima com os estiletos, contornam o tecido esclerenquimatoso e alcançam, por fim, o floema (Rebelo, 1993). O comportamento alimentar é partilhado entre as várias espécies de cigarrinhas-verdes.

Desta atividade alimentar resulta a deformação da superfície foliar, caracterizada por um enrolamento “para baixo” das folhas (mais intensa em folhas jovens). O limbo, por sua vez, adquire um aspeto mais brilhante e endurece. As alterações na pigmentação variam em função da casta; as folhas ficam avermelhadas em castas tintas e amareladas em castas brancas. Estas descolorações têm origem nas margens da folha e vão progredindo para o centro delimitadas pelas nervuras e formando um mosaico (figura 1.6). Esta alteração é mais marcada e visível em folhas maduras e pode evoluir para necroses e queda da folha afetada (Baggiolini *et al.*, 1971; Lentini *et al.*, 2008; Ramírez-Dávila & Porcayo-Camargo, 2008; Lima, 2012; Andrade, 2013; Neto, 2014)



Figura 1.6 Descoloração e enrolamento das folhas devida a ação da cigarrinha-verde. Adaptado de Syngenta (2020)

A saliva tóxica da cigarrinha-verde leva à obstrução das nervuras e interrupção da circulação da seiva elaborada por hipertrofia celular. Os fotoassimilados são acumulados nas folhas afetadas provocando a alteração da pigmentação (Rebelo, 1993; Costa *et al.*, 2011). As consequências da ação da cigarrinha sobre a vinha podem comprometer a produção de fotoassimilados, a maturação da uva ou a acumulação de ácido málico. A intensidade dos estragos vai depender de vários fatores como a abundância da praga, a suscetibilidade da casta, as condições ambientais, os métodos de cultivo, a idade da folha, etc. (Baggiolini *et al.*, 1971; Raposo, 2003; Lima, 2012).

O aparecimento dos sintomas nas folhas causados pela atividade da cigarrinha-verde não é imediato; estes tendem a manifestar-se 20 a 30 dias após o ataque. Os insetos podem já não estar presentes nas folhas danificadas, o que por vezes leva a uma atribuição errada dessas alterações a outras causas como carências nutricionais, atividade vírica ou de fitoplasma. Contudo, pode ser observada a atividade das cigarrinhas pela presença de inúmeras exúvias que permanecem na página inferior da folha (Linder & Remund, n.d.; Lentini *et al.*, 2008).

Os estragos podem ser: diretos, como a redução da área foliar resultante da ação da alimentação do inseto; ou indiretos, nomeadamente menor produção de fotoassimilados, menor acumulação de açúcares nos bagos e nos ramos, redução de reservas e qualidade/quantidade de produto final (Lima, 2012).

1.6. Produção e controlo

1.6.1. Modo de produção biológico (MPB)

De acordo com o regulamento (CE) N° 834/2007 do Conselho de 28 de Junho de 2007, a produção biológica é definida como sendo “*um sistema global de gestão das explorações agrícolas e de produção de géneros alimentícios que combina as melhores práticas ambientais, um elevado nível de biodiversidade, a preservação dos recursos naturais, a aplicação de normas exigentes em matéria de bem-estar dos animais e método de produção em sintonia com a preferência de certos consumidores por produtos obtidos utilizando substâncias e processos naturais. O método de produção biológica*

desempenha, assim, um duplo papel societal, visto que, por um lado, abastece um mercado específico que responde à procura de produtos biológicos por parte dos consumidores e, por outro, fornece bens públicos que contribuem para a protecção do ambiente e o bem-estar dos animais, bem como para o desenvolvimento rural.” (Regulamento, 2007).

O modo de produção biológico (MPB) segue uma série de regras cuja finalidade é o estabelecimento de um sistema de gestão de exploração agrícola sustentável que respeita os ciclos naturais dos ecossistemas, garantindo a saúde dos solos, das plantas, dos animais, dos seres humanos e a qualidade da água. Faz uso responsável da energia e recursos naturais. Aplica métodos culturais, biológicos e mecânicos para controlar as pragas e restringe o uso de métodos de controlo que utilizem produtos fitofarmacêuticos de síntese; contudo, caso as substâncias ativas dos produtos fitofarmacêuticos sejam de origem natural, o seu uso é permitido (cobre, enxofre, caulino, ácidos gordos, azadiractina, *Bacillus thuringiensis*, etc.) (Mourão, 2007).

Com a mudança de hábitos alimentares e a procura de estilos de vida mais saudáveis, assim como um aumento de preocupação com o bem-estar dos ecossistemas, tanto por parte do consumidor como do produtor, houve, nos últimos anos, um aumento de consumidores que procuram produtos resultantes de culturas biológicas e cada vez mais produtores que disponibilizam esta opção (Marian, 2018).

Como resposta a esta tendência, observou-se um notável crescimento das áreas agrícolas destinadas ao MPB globalmente nos últimos anos. Em 2017 a superfície mundial cultivada em MPB foi estimada a 69,9 milhões de hectares. Estima-se que o mercado da alimentação biológica mundial representou, em 2018, mais de 100 mil milhões de euros, equivalendo a 4% do mercado da alimentação global (Observatoire National de l'Agriculture Biologique, 2019). Na Europa, em 2018, a superfície destinada ao MPB ultrapassava os 13,8 milhões de hectares, um aumento de 7,6% frente ao ano anterior (Eurostat, 2019)

A mesma tendência observa-se em Portugal: segundo os últimos dados, de 2018, o território português tinha 213 118 ha dedicados a produção agrícola em modo de produção biológico. No caso da vinha, desde 2000 até 2018, constatou-se um aumento apreciável na área de cultivo em MPB na região continental, passando de 868 ha até cerca de 3 657 ha respetivamente, representando um aumento de mais de 320%. Segundo dados de 2017, em Portugal existiam 528 produtores em MPB (DGADR, 2020).

1.6.2. Métodos de controlo da cigarrinha-verde

1.6.2.1. Estimativa do risco:

A estimativa do risco tem como objetivo avaliar e estimar o risco de ataque de uma praga ou doença a cultura em estudo, através da identificação da ameaça e a sua respetiva dimensão populacional, assim como avaliar se as condições ambientais (clima, solo, estado fenológico da cultura, etc.) são propícias para o seu desenvolvimento e finalmente estimar os possíveis prejuízos resultantes desse ataque (Raposo & Amaro, 2003). A estimativa de risco pode ser realizada de forma direta, que consiste na observação visual dos órgãos das plantas para detetar presença de sintomas ou indivíduos das espécies praga, ou de forma indireta, em que neste caso são capturados indivíduos da espécie praga ou das espécies auxiliares com auxílio de vários tipos de armadilhas (cromotrópicas, luminosas, de feromona sexual, etc.) ou aspiradores e redes entomológicas (Félix & Cavaco, 2009). No caso das cigarrinhas-verdes, a estimativa de risco consiste na captura de adultos em armadilhas amarelas adesivas e na observação visual das cepas. A estimativa de risco deve ser realizada durante o período vegetativo, de acordo com o método indicado na tabela 1.1. À estimativa de risco está associado um nível económico de ataque (NEA). O NEA pode ser definido como sendo a densidade populacional da praga a partir da

qual o valor económico dos prejuízos causados na cultura é superior ao custo da intervenção para controlo. Estes valores estão definidos para cultura que não estão em MPB, sendo importante adequar os valores do NEA para as culturas em MPB e aos seus métodos de proteção mais limitados (Ferreira, 2009).

Tabela 1.1 Estimativa de risco para a cigarrinha-verde. Adaptado de Ferreira (2009)

Estimativa de risco			Nível económico de ataque
Época de amostragem	Método	Órgãos a observar	
- Vinhas com ≤ 4 anos	Observação visual, no quadrante Este da cepa		
Durante o período vegetativo		2 folhas x 50 cepas	Presença de cigarrinhas-verde
- Vinhas com > 4 anos			
Primavera - Estado fenológico H (botões florais separados)		2 folhas (3 ^a a 4 ^a folha) x 50 cepas	50 – 100 ninfas em 100 folhas
Verão - Início de agosto		2 folhas (7 ^a a 8 ^a folha) x 50 cepas	50 ninfas em 100 folhas

1.6.2.2. Meios de proteção

As medidas de proteção contra as pragas da vinha podem ser medidas indiretas ou diretas. No primeiro caso, o objetivo é desenvolver uma série de condições desfavoráveis para o desenvolvimento da praga e, assim, minimizar ou eliminar a ação negativa desta. As medidas indiretas são sempre de carácter preventivo e no caso da vinha são essencialmente culturais. Incluem ações como o uso de cultivares resistentes ou mais tolerantes às pragas, consociação de culturas, enrelvamento na entrelinha, eliminação de locais de hibernação da praga, captura de espécies auxiliares e sua libertação na cultura, atração de espécies auxiliares, etc. (Raposo & Amaro, 2003; Félix & Cavaco, 2009). O enrelvamento na entrelinha consiste em revestir o solo com vegetação espontânea e/ou semeada, (figura 1.7) e tem como objetivo fornecer às culturas o azoto e outros elementos que elas necessitam de forma natural. Permite controlar e beneficiar a estrutura do solo e prevenir a erosão. O enrelvamento da entrelinha beneficia igualmente a biodiversidade, proporcionando possíveis locais para acolher insetos auxiliares que combatem pragas (Jordão, 2007; Vaz, 2017). Em sistemas em modo de produção biológico é obrigatória a manutenção de uma cobertura vegetal entre 15 de novembro e 1 de março.



Figura 1.7 Enrelvamento na entrelinha - Herdade do Esporão. Foto do autor

Em modo de produção biológico (MPB), todos os produtos fitofarmacêuticos de síntese são proibidos; contudo, segundo a legislação, certas substâncias ativas podem ser usadas em MPB caso sejam de origem vegetal, animal, microbiana ou mineral. Os produtos autorizados estão referidos no Anexo II do Regulamento (CE) n.º 889/2008 e podem ser utilizados caso tenham sido previamente homologados e autorizados pela Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR). Apenas quando os meios usados na luta cultural e biológica não são suficientes para manter a praga em densidades populacionais que não produzam prejuízos, é possível usar produtos fitofarmacêuticos autorizados para culturas em MPB (Neves, 2012). Contudo, até à data, para a cigarrinha-verde na vinha não existe nenhuma substância ativa homologada. Contudo, vários estudos demonstraram que a pulverização das folhas com argila caulínica (caulino) tem uma função repelente para as cigarrinhas-verdes. Trata-se de um mineral branco fino, não abrasivo e quimicamente inerte; uma vez aplicado nas folhas forma uma fina película que permite a transmissão de radiação fotossinteticamente ativa e atua como agente refletor de radiações ultravioletas e infravermelhas (Glenn & Puterka, 2005). A aplicação de caulino reduz a abundância das cigarrinhas-verdes sendo mais eficiente nas ninfas do que nas formas adultas. Foi observado que a inibição da alimentação é a principal via de ação pela qual o caulino afeta as populações de ninfas (Tacoli *et al.*, 2017).

Poucos são os inimigos naturais das cigarrinhas-verdes. Os organismos com maior destaque são himenópteros parasitoides pertencentes à família Mymaridae e ao género *Anagrus*. A espécie mais relevante e estudada é *Anagrus atomus* (L. 1767) (figura 1.8), um parasitóide oófago. Os níveis de parasitismo variam entre 20 e 80% (valores estudados no Egipto) em função de uma série de fatores ambientais (Klerks & Lenteren, 1991; El-Fakharany & Hegazy, 2017). O ciclo biológico de *A. atomus* está relacionado com o das cigarrinhas-verdes, partilhando os mesmos hospedeiros durante o inverno (Mosna, 2005). A aplicação de caulino nas folhas da videira não demonstrou ter influência na abundância ou atividade de *A. atomus* (Tacoli *et al.*, 2017).



Figura 1.8 *Agranus atomus*, principal parasitoide da cigarrinha-verde. Adaptado de:
<https://www.flickr.com/photos/63662482@N06/31811471568>

2. Objetivos

Os objetivos desta dissertação são:

- 1 - avaliar a diversidade e abundância relativa de cigarrinhas-verdes praga em diversos habitats da Herdade do Esporão;
- 2 - identificar as zonas de entrada e saída da vinha e os locais de hibernação da cigarrinha-verde;
- 3 - relacionar estes parâmetros com as características ecológicas da vinha (cobertura e tipo de solo) e as variáveis ambientais;
- 4 - apresentar medidas de gestão.

3. Material e métodos

3.1. Área de estudo

O trabalho experimental foi realizado na exploração Herdade do Esporão localizada a 38°22'48,4"N 7°33'38,6"W, na freguesia Reguengos de Monsaraz no distrito de Évora. Conta com uma superfície total de 1830 ha ocupados por uma diversidade de habitats. Conta com cerca de 703 ha de culturas em MPB, 490,77 ha destinados à vinha, sendo o principal uso do solo, e 94,51 ha destinados ao olival. O resto do território é ocupado por áreas de pastagem, montados, matos e zonas de água. (figura 3.1).

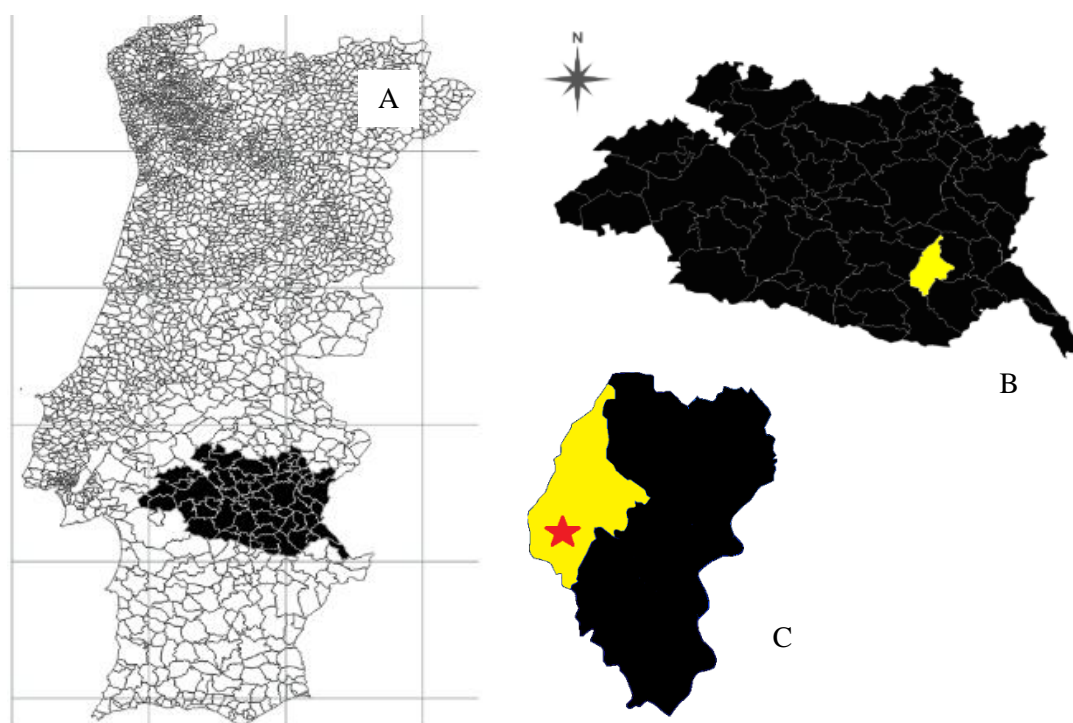


Figura 3.1 Localização da área de estudo. A: A Preto, distrito de Évora. B: A amarelo, concelho de Reguengos de Monsaraz, onde se localiza a Herdade do Esporão. C: A vermelho, localização aproximada da Herdade do Esporão

Em 2017 a Herdade do Esporão completou 750 anos e em Portugal, representa 40% do volume de vendas total de vinho. Desde 2008 a Herdade do Esporão tem procedido a uma evolução progressiva para o modo de produção biológico. Atualmente, todas as áreas agrícolas sob gestão da Herdade do Esporão já estão certificadas como MPB ou em fase de conversão. Seguindo essa nova filosofia, abandonou-se o uso de pesticidas de síntese mesmo na área em produção integrada e passou-se a utilizar fertilizantes de origem biológica e o enrelvamento na entrelinha, assim como a plantação de espécies arbustivas que são hospedeiras de auxiliares com finalidade de promover a fertilidade e vida dos solos e permitir controlar de forma mais sustentável as pragas e doenças (Herdade do Esporão, 2017a; 2017b).

Em termos de biodiversidade, foram identificadas mais de 1000 espécies, entre flora, fauna e fungos, no território da Herdade do Esporão. Nesta herdade existem mais de 150 espécies raras com Alto Valor de Conservação (AVC). Existe uma diversidade de flora superior a 400 espécies onde se destacam mais de 15 espécies de árvores e mais de 40 espécies arbustivas. O enrelvamento, sebes, matos e bosques servem de suporte para mais de 200 espécies de organismos auxiliares. As sebes instaladas junto a certos talhões têm como finalidade proteger a cultura e criar corredores ecológicos, promover a fixação de espécies auxiliares e proteger a vinha de ventos dominantes. Existem 20 abrigos de morcegos localizados em diversos pontos da Herdade que durante os meses de verão

conseguem suportar até 500 indivíduos que se alimentam de várias pragas da vinha e do olival (Oliveira, 2020).

A área destinada à vinha localiza-se no extremo nordeste da propriedade e está delimitada dentro do território por áreas de mato, pastagem e olival.

Na superfície destinada à vinha existem 7 tipos de solo diferentes e podem ser classificados em duas categorias: solos de rochas metamórficas e solos de rochas magmáticas intrusivas (Oliveira, 2020). Nos talhões estudados os solos eram constituídos por dioritos nos talhões T035A, T035, T067 e T068, enquanto que nos talhões T056 e T057 os solos eram xistos mosqueados e corneanas pelíticas, respetivamente.

Nesta herdade são cultivadas cerca de 40 castas de videira entre castas tintas e brancas. A vinha está equipada de um sistema de rega gota-a-gota controlado por sistema informático. A rega está adaptada ao tipo de vinho que se quer produzir (Falcão, 2017). A composição da entrelinha varia em função de vários fatores, a idade da vinha, fertilidade do solo, qualidade de produção pretendida, a incidência de pragas e doenças, o vigor da vinha e a qualidade das uvas a obter. Em função destes parâmetros, anualmente, é elaborado um plano de sementeira e o enrelvamento das entrelinhas pode ser semeado, com leguminosas, gramíneas ou misturas; ou pode-se aproveitar a vegetação espontânea (Herdade do Esporão, 2015). Nos talhões estudados o enrelvamento era constituído por aveia e faveca nos talhões T035A, T035, T056 e T057; e por uma mistura de leguminosas e gramíneas nos talhões T067 e T068. A presença de galinhas e gansos desempenha a função de dispersores das sementes dos cobertos vegetais, além de controlar pragas com estados de desenvolvimento no solo e vegetação espontânea (Rodrigues, 2020).

Ocasionalmente, é aplicado caulino à vinha como agente refletor, diminuindo as exigências em água da cultura e reduzindo o impacto das pragas na vinha.

Na sequência da identificação de zonas de passagem para locais de invernção, foram escolhidos 4 locais adjacentes à vinha que se caracterizam por abarcar vários habitats nas seguintes vinhas; Vinha Defesa (VD), Vinha Enoturismo (VE), Barranco dos Andorinhos (BA) e Pequeno Douro (PD). A VD apresenta junto à vinha uma área de pastagem e de montado com matos; VE tem pastagem com matos e zonas húmidas à sua volta; BA possui ervaçal húmido, zonas húmidas e montado com matos; PD é circundada por olival, pastagem com matos e ribeira (figura 3.2).

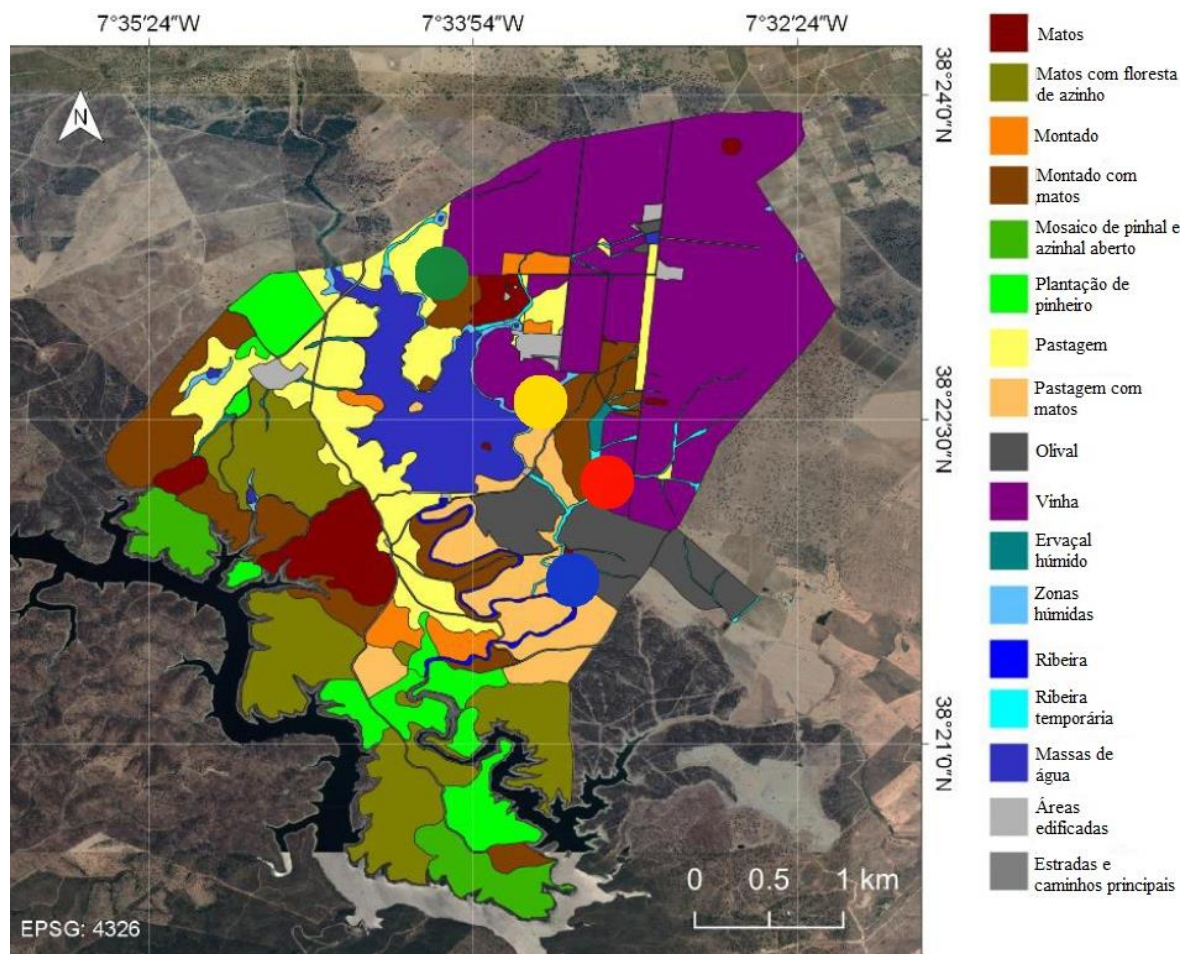


Figura 3.2 Uso do solo na Herdade do Esporão. Os 4 círculos representam as 4 zonas amostradas. A verde: Vinha Defesa, amarelo: Vinha Enoturismo, vermelho: Barranco dos Andorinhos e azul: Pequeno Douro. Adaptado de Oliveira (2020)

3.2. Amostragem

3.2.1. Diversidade e abundância na vinha

A recolha das amostras para a determinação da diversidade e abundância relativa de cigarrinhas-verdes foi realizada através da colocação de armadilhas de tipo placa adesiva amarela ($20 \times 25 \text{ cm}^2$), em 6 talhões (T035A, T035, T056, T057, T067, T068), onde as castas Antão Vaz e Alicante-Bouschet estavam adjacentes (figura 3.3). As castas referidas demonstraram ter níveis diferentes de suscetibilidade frente à presença da cigarrinha-verde (Seabra *et al.*, 2019).



Figura 3.3 Locais de amostragem da cigarrinha-verde na vinha. Os talhões T035, T057 e T067 estão ocupados pela casta branca Antão Vaz. Os talhões T035A, T056 e T068 estão ocupados pela casta tinta Alicante-Bouschet. Adaptado de Seabra *et al.* (2019).

A amostragem foi realizada quinzenalmente entre dia 2 de maio e 15 de outubro de 2019, totalizando 12 conjuntos de placas adesiva amarela ($20 \times 25 \text{ cm}^2$). A partir de 17 de junho, a amostragem centrou-se exclusivamente nos talhões ocupados pela casta Alicante-Bouschet (T035A, T056 e T068) por ser mais sensível à praga em estudo. As armadilhas foram colocadas quinzenalmente e permaneceram uma semana no campo, sendo colocadas pelo autor e recolhidas por técnicos da Herdade do Esporão. Entre 02/05/2019 e 03/06/2019, em cada um dos talhões T035, T057 e T067 foram colocadas 5 armadilhas, e nos talhões T035A, T056 e T068 10 armadilhas. Entre 17/06/2019 e 15/10/2019 foram colocadas 5 armadilhas por talhão analisado (tabela 3.1). Os talhões eram de dimensões diferentes e para cobri-los de forma homogênea, as 45 armadilhas nas 3 primeiras amostragens, e as 15 armadilhas nas amostragens restantes foram colocadas com distanciamento variável em função de cada talhão (Tabela 3.1). Em 2019 foram usadas duas aplicações de caulino, nas semanas do 8 e 15 de abril de 2019.

Tabela 3.1 A: Distância entre armadilhas e número de armadilhas colocadas nos 6 talhões estudados nas 3 primeiras amostragens quinzenais. Entre 2 de maio de 2019 e 3 de junho de 2019. B: Distância entre armadilhas e número de armadilhas colocadas nos 3 talhões estudados.

A - 02/05/2019 – 03/06/2019		
Talhão – Casta	Distanciamento	Nº de armadilhas
T035 – Antão Vaz	10 linhas	5
T035A – Alicante-Bouschet	15 linhas	10
T056 – Alicante-Bouschet	17 linhas	10
T057 – Antão Vaz	17 linhas	5
T067 – Antão Vaz	14 linhas	5
T068 – Alicante-Bouschet	10 linhas	10
B - 17/06/2019 – 15/10/2019		
Talhão – Casta	Distanciamento	Nº de armadilhas
T035A – Alicante-Bouschet	15 linhas	5
T056 – Alicante-Bouschet	17 linhas	5
T068 – Alicante-Bouschet	10 linhas	5

3.2.2. Identificação de zonas de passagem para locais de hibernação

A recolha das amostras para identificar as zonas de entrada e saída da vinha, durante o inverno e primavera respetivamente, e locais de hibernação da cigarrinha-verde, foi realizada durante os meses de novembro e dezembro de 2019; e de fevereiro até abril de 2020. Foram realizadas um total de quatro sessões de amostragem: de 6 a 28 de novembro, de 28 de novembro a 12 de dezembro de 2019, de 27 de fevereiro a 17 de março e de 17 de março a 2 de abril de 2020. As armadilhas foram colocadas na primeira data e recolhidas na segunda, ficaram no campo 22, 14, 19 e 16 dias para cada uma das 4 sessões de amostragem respetivamente.

Utilizaram-se armadilhas adesivas amarelas "Rebell" ($8 \times 17 \text{ cm}^2$) (figura 3.4). Foram colocadas na vegetação circundante à vinha para identificar os possíveis refúgios das cigarrinhas-verdes durante o inverno. Em cada uma das 4 zonas de amostragem, Vinha Defesa (VD), Vinha Enoturismo (VE), Barranco dos Andorinhos e Pequeno Douro (PD), foram colocadas 10 armadilhas dispostas ao longo de circunferências concêntricas com distanciamento entre 50 m até 250 m (figura 3.5).



Figura 3.4 Armadilha do tipo Rebell usada para estudar os locais de entrada e saída da vinha. Original de <https://www.andermtbiocontrol.com>

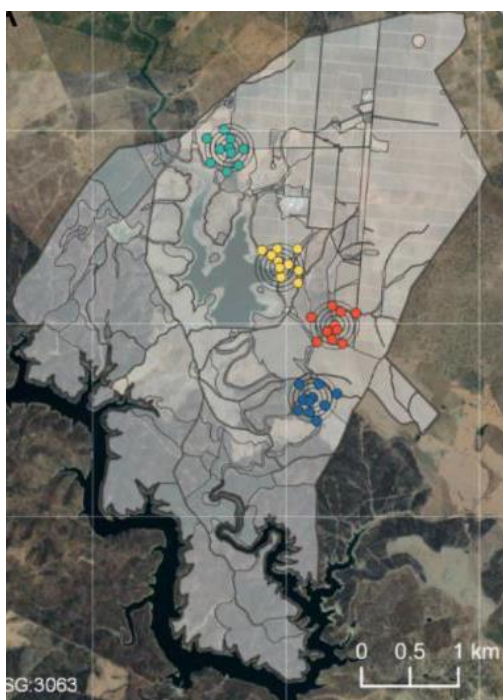


Figura 3.5 Pontos de amostragem na vegetação circundante à vinha para identificação de passagem para locais de hibernação. Os 4 conjuntos de cores representam os locais de amostragem selecionados. A verde: Vinha Defesa (VD), amarelo: Vinha Enoturismo (VE), vermelho: Barranco dos Andorinhos (BA) e azul: Pequeno Douro (PD). Adaptado de Seabra *et al.* (2019).

3.3. Identificação

Todas as armadilhas foram levadas para o Laboratório de Entomologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL). Num primeiro momento foram contadas todas as cigarrinhas-verdes em cada armadilha e, tendo em conta o elevado número de indivíduos presentes em algumas armadilhas, só uma percentagem foi removida para posteriormente ser identificada (tabela 3.2). As cigarrinhas foram retiradas com ajuda de uma gota de BioClear (Bio-Optica), um solvente de origem cítrica.

Tabela 3.2 Percentagem de indivíduos identificados em função do número total de indivíduos por armadilha

Nº total de indivíduos por armadilha	<10	11-100	101-400	401-799	800-1200	>1200
Percentagem de indivíduos a identificar especificamente	100%	75%	50%	25%	10%	5%

A identificação taxonómica foi feita com base na genitália dos machos, de acordo com Bierdermann & Niedringhaus (2009), della Giustina (1989) e Dmitriev (2003-presente). Os exemplares foram identificados utilizando uma lupa binocular modelo Nikon SMZ645. Os indivíduos removidos foram preservados em microtubos com etanol a 70%. Para a observação da genitália dos machos, a parte apical do abdómen foi retirada da cigarrinha-verde e colocada a diafanizar numa solução de hidróxido de potássio (KOH) a 10%, aquecida com ajuda de uma lamparina, durante aproximadamente 30 s. Os exemplares foram montados numa gota de glicerina entre lâmina e lamela.

3.4. Análise de dados

3.4.1. Diversidade e abundância na vinha e nas zonas de passagem para os locais de hibernação

As armadilhas amarelas colocadas para avaliação da diversidade e abundância das diferentes espécies na vinha permitiram determinar a abundância das cigarrinhas-verdes, por cada data de amostragem e por talhão.

Os insetos coletados foram caracterizados usando os critérios de dominância e frequência. A dominância indica a percentagem de indivíduos de um determinado táxon comparado com o número total de indivíduos de todos os *taxa* identificados. O táxon em estudo pode ser classificado como sendo “dominante”, “influyente” ou “não dominante” caso constituírem >10%, 5-10% ou <5% do número total de indivíduos, respetivamente. No caso da frequência existem igualmente três categorias onde se pode agrupar os vários taxa das amostras. Podem ser classificados como “constante”, “acessório” ou “acidental”, caso ocorrerem em >50%, 25-50% ou <25% do número total da amostra respetivamente. A frequência é definida como sendo o número total de amostras onde um determinado táxon aparece, em relação com o número total de amostras obtidas.

As armadilhas Rebell permitiram determinar a abundância de cigarrinhas-verdes em ambos períodos de amostragem, outono e primavera, para caracterizar as possíveis zonas de entrada/saída da vinha e locais de hibernação.

3.4.2. Relação de variáveis climáticas, características ecológicas da vinha e população de cigarrinhas-verdes

Os dados correspondentes às características ecológicas da vinha, o tipo e cobertura do solo (secção 5.1) e meteorológicos foram disponibilizados pela Herdade do Esporão. O conjunto de dados meteorológicos inclui 6 variáveis: temperatura média, temperatura mínima, temperatura máxima, humidade relativa, precipitação e velocidade do vento. Os dados meteorológicos correspondem a valores diários e foram agregados semanalmente (médias, máximos, mínimos e/ou soma) para cada variável de forma a coincidir com o tempo de permanência de cada conjunto de armadilhas no campo.

As variáveis climáticas e as características da vinha foram utilizadas com o objetivo de estudar a sua correlação com as dinâmicas populacionais das espécies de cigarrinhas-verdes e detetar quais as variáveis mais relevantes para estas. Os dados relativos às cigarrinhas-verdes correspondem às séries temporais semanais do número médio de indivíduos por talhão. Esta interdependência foi analisada através de uma análise de correlação com o teste de Spearman.

Para analisar se a cobertura do solo ou a sua composição tinha influência da dinâmica populacional de cigarrinhas-verdes foi efetuada uma ANOVA. Utilizou-se o programa SPSS Statistics 26 para as análises estatísticas.

4. Resultados

4.1. Diversidade e abundância na vinha

Entre maio e junho, em todos os talhões estudados, observou-se uma maior prevalência de cigarrinhas-verdes na casta Alicante-Bouschet do que na Antão Vaz (Figura 4.1). Observou-se um aumento progressivo da presença da cigarrinha-verde nos vários talhões, alcançando um primeiro máximo para o talhão T068 em junho decrescendo progressivamente até o mês de agosto onde se observou a descida mais abrupta. O primeiro máximo para os talhões T035A e T056 foi observado no início de setembro com 322 e 434 indivíduos respectivamente. No início de outubro registrou-se o maior “pico” para todos os talhões. A abundância da cigarrinha-verde foi semelhante entre talhões, contudo o maior número de indivíduos foi registado no talhão T035A no mês de outubro, alcançando 693 exemplares. Nos talhões T056 e T068, no mesmo mês, foram identificados 573 e 613 exemplares, respetivamente. Na amostragem seguinte observou-se um decréscimo abrupto na abundância de cigarrinhas-verde em todos os talhões, variando o número de indivíduos total, entre 116 e 216 indivíduos, nos talhões T035A e T056, respetivamente.

Dos 8350 indivíduos que foram analisados, identificaram-se duas espécies, ambas pertencentes à subfamília Typhlocybinae, *Jacobiasca lybica* e *Empoasca solani*. A espécie que apresentou maior abundância durante o período de amostragem foi *J. lybica*, tendo *E. solani* aparecido em números reduzidos. A primeira espécie a ser coletada nas armadilhas foi *E. solani*, surgindo na primeira data de amostragem (02/05/2019) e mantendo-se presente até o início do mês de junho, mas já em quantidades inferiores comparativamente com o mês antecedente. Os primeiros exemplares de *J. lybica* a serem coletados surgiram na segunda data de amostragem (16/05/2019) e exclusivamente na casta Alicante-Bouschet. A partir da terceira data de amostragem (03/06/2019) até à última (15/10/2019) todos os indivíduos identificados pertenciam a esta espécie.

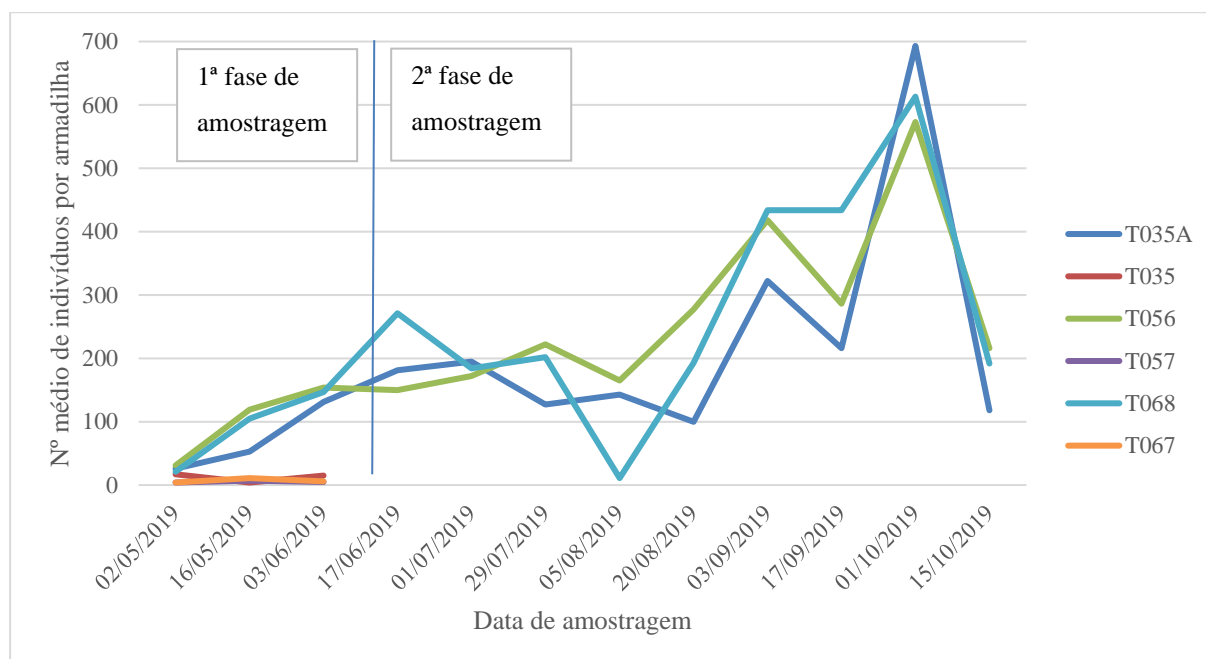


Figura 4.1 Abundância de cigarrinhas-verdes por talhão e por data de amostragem. Os talhões T035, T057 e T067 estão ocupados pela casta branca Antão Vaz e os talhões T035A, T056 e T068 pela casta tinta Alicante-Bouschet. Na 1ª fase foram amostradas todas as castas, utilizando um total de 45 armadilhas quinzenalmente. Na 2ª fase a amostragem centrou-se nos talhões T035A, T056 e T068 utilizando um total de 15 armadilhas quinzenalmente.

Na primeira fase de amostragem, entre 02/05/2019 e 03/06/2019 a abundância média de *Empoasca solani* variou entre 0,3 e 10,6 indivíduos por talhão. O valor mais elevado foi observado no talhão T056. Na mesma data, *Jacobiasca lybica* variou entre 1,3 e 90,6. Durante a segunda fase de amostragem, entre 17/06/2019 e 15/10/2019, *J. lybica* apresentou uma abundância média entre 232,8 e 281,5 indivíduos nos três talhões analisados, T035A, T056 e T068. Na segunda fase de amostragem não foram encontrados indivíduos da espécie *E. solani*.

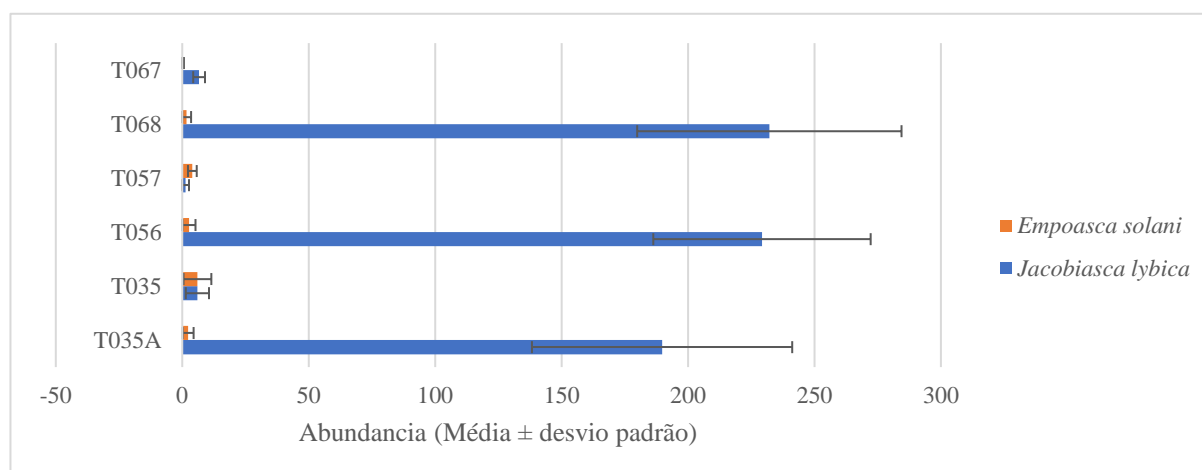


Figura 4.2 Abundância média de cada espécie de cigarrinhas-verde por talhão

Segundo os critérios de dominância, entre o mês de maio e junho 2019 para os talhões T035, T057 e T067, e entre maio e outubro 2019 para os talhões T035A, T056 e T068, a espécie *Jacobiasca lybica* foi dominante em relação a *Empoasca solani*, com valores de 98,6%. A dominância por talhão é representada na tabela 4.1, sendo *J. lybica* dominante em todos os talhões exceto T057 onde *E. solani* surge como dominante e T035 em que não se observou dominância de nenhuma espécie.

Tabela 4.1 Dominância de cada espécie de cigarrinha-verde por talhão durante todo o período amostrado

Casta	Talhão	Dominância	Espécie dominante
Alicante-Bouschet	T035A	98,8%	<i>J. lybica</i>
Alicante-Bouschet	T056	98,9%	<i>J. lybica</i>
Alicante-Bouschet	T068	95,2%	<i>J. lybica</i>
Antão-Vaz	T035	Sem dominância	Sem dominância
Antão-Vaz	T057	75,0%	<i>E. solani</i>
Antão-Vaz	T067	99,3%	<i>J. lybica</i>

Segundo os critérios de frequência e para o mesmo período, a espécie *Jacobiasca lybica* foi classificada como sendo uma espécie constante e *Empoasca solani* acessória, com valores de frequência 78,6% e 21,4%, respectivamente. Relativamente à frequência por talhão (tabela 4.2), *Jacobiasca lybica* foi classificada como constante em todos os talhões, exceto no T057 onde aparece como espécie acessória. Já *Empoasca solani* foi classificada como constante nos talhões T035 e T057, acessória no talhão T067 e acidental nos restantes.

Tabela 4.2 Frequência, proporção de datas em que cada espécie de cigarrinha-verde foi encontrada nos diversos talhões ao longo do período de amostragem.

	T035A	T035	T056	T057	T068	T067
<i>J. lybica</i>	84,6%	50,0%	84,6%	25,0%	91,7%	75,0%
<i>E. solani</i>	15,4%	50,0%	15,4%	75,0%	8,3%	25,0%

4.2. Abundância nas zonas de passagem para locais de hibernação

Relativamente às armadilhas colocadas na vegetação circundante à vinha, nas duas primeiras datas de amostragem, em novembro de 2019 (Figura 4.3), foram encontradas ambas as espécies, *Jacobiasca lybica* e *Empoasca solani*, em níveis relativamente baixos. Foram encontradas cigarrinhas-verdes num total de 14 pontos; os machos de *J. lybica* somaram 10 exemplares e apareceram num total de 4 pontos, um localizado na Vinha Enoturismo (VE) e 3 no Barranco dos Andorinhos (BA); os machos de *E. solani*, 3 em total, surgiram em 3 pontos, um em VE e 2 em Pequeno Douro (PD). Os restantes exemplares de cigarrinha-verde encontrados eram fêmeas e somaram um total de 29 indivíduos divididos entre 11 pontos: 3 na Vinha Defesa (VD), um em VE, 3 em BA e 2 em PD. O ponto que contabilizou mais machos foi BA23 com um total de 7 indivíduos pertencentes à espécie *J. lybica*. No ponto PD32 as fêmeas apareceram em maior abundância em relação aos restantes locais. As fêmeas surgiram com maior frequência (11 pontos) e abundância do que os machos (Figura 4.4). Sem discriminar a espécie ou sexo das cigarrinhas verdes, no Barranco dos Andorinhos, foram encontradas cigarrinhas-verdes em 5 pontos, 4 deles (BA21, BA23, BA24 e BA25) juntos à vinha e seguindo uma linha de água, enquanto que o 5º ponto estava localizado numa série de arbustos que separavam as culturas da vinha e do olival. No Pequeno Douro foram identificados 3 pontos com cigarrinhas-verdes: os pontos PD32 e PD40 localizavam-se junto a uma linha de água enquanto que o outro ponto, PD34, estava localizado numa linha de arbustos junto ao olival. Na Vinha Defesa, as cigarrinhas-verdes surgiram nos 3 pontos mais próximos a vinha, VD01, VD03 e VD06. Finalmente na Vinha Enoturismo surgiram em 4 pontos, dois deles junto a margem da barragem, VE17 e VE19. Das 4 zonas de amostragem, o Barranco dos Andorinhos e o Pequeno Douro tinham zonas húmidas na proximidade, bordeada de vegetação arbustiva, e a Vinha Enoturismo estava junto a água da barragem e apresentava essencialmente vegetação herbácea. No ponto Vinha Defesa dominava a vegetação herbácea com alguns arbustos distribuídos ao acaso e não existiam zonas húmidas na proximidade.

Na primavera (Figura 4.5), surgiram um total de 28 machos e 9 fêmeas. Todos os machos identificados pertenciam à espécie *Empoasca solani* e surgiram num total de 9 armadilhas, um na Vinha Defesa, 4 no Barranco dos Andorinhos e 4 no Pequeno Douro. As fêmeas surgiram em 7 armadilhas, um na Vinha Defesa e 2 em cada uma das restantes zonas de amostragem. Contrariamente à amostragem precedente, os machos apareceram com maior frequência e abundância que as fêmeas. Os pontos com maior número de exemplares foram BA21 e BA27, com um total de 7 indivíduos cada um (Figura 4.6). Mais uma vez sem separar os indivíduos observados por espécie ou sexo, no Barranco dos Andorinhos, as cigarrinhas-verdes surgiram em 4 pontos, um a menos que na amostragem realizada no outono. Os 4 pontos localizavam-se em zonas arbustivas e seguem uma linha de água. No Pequeno Douro, surgem dois novos pontos PD31 e PD36 além dos PD34 e PD40 que se mantêm desde a amostragem anterior. Todos os pontos exceto o PD34 estavam localizados, uma vez mais, juntos a uma linha de água e zona arbustiva. Na Vinha Defesa os pontos são os mesmos que na amostragem anterior e localizavam-se em arbustos junto à vinha. Finalmente, na Vinha Enoturismo só surgiram 2 armadilhas com cigarrinhas, contrariamente às 4 anteriores, VE16 e VE19.

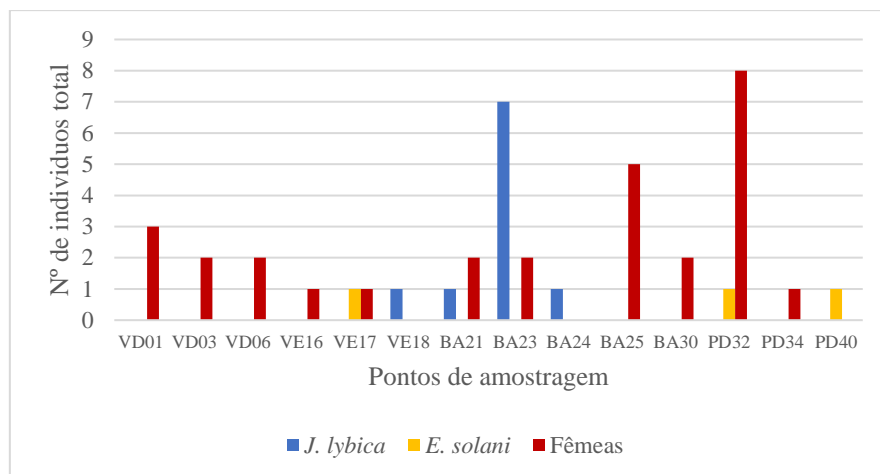


Figura 4.3 Abundância dos machos de cada espécie de cigarrinha-verde e das fêmeas nas duas primeiras amostragens em novembro 2019. No eixo horizontal são representados os pontos (VD, VE, BA, PQ) e armadilhas (1 a 40) onde foram observados exemplares de cigarrinhas-verde. Vinha Defesa (VD), Vinha Enoturismo (VE), Barranco dos Andorinhos (BA) e Pequeno Douro (PD).

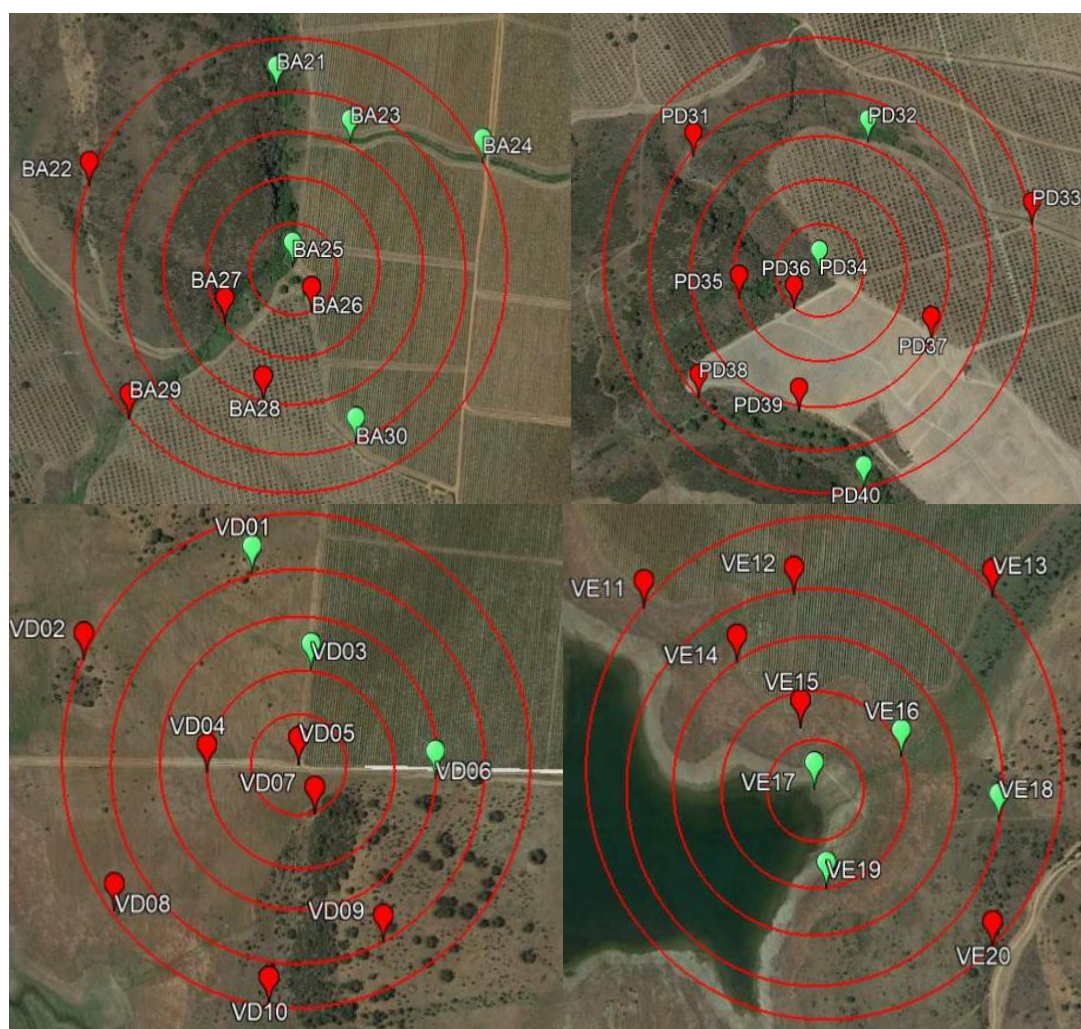


Figura 4.4 Cigarrinhas verdes na vizinhança da vinha na amostragem de novembro a dezembro 2019. A verde, pontos onde foram encontradas cigarrinhas-verdes nas armadilhas Rebell. A vermelho, pontos onde não foram encontrados exemplares. Cada armadilha foi denominada com o acrónimo do nome da zona e nº da armadilha (1 a 40). Vinha Defesa (VD), Vinha Enoturismo (VE), Barranco dos Andorinhos (BA) e Pequeno Douro (PD).

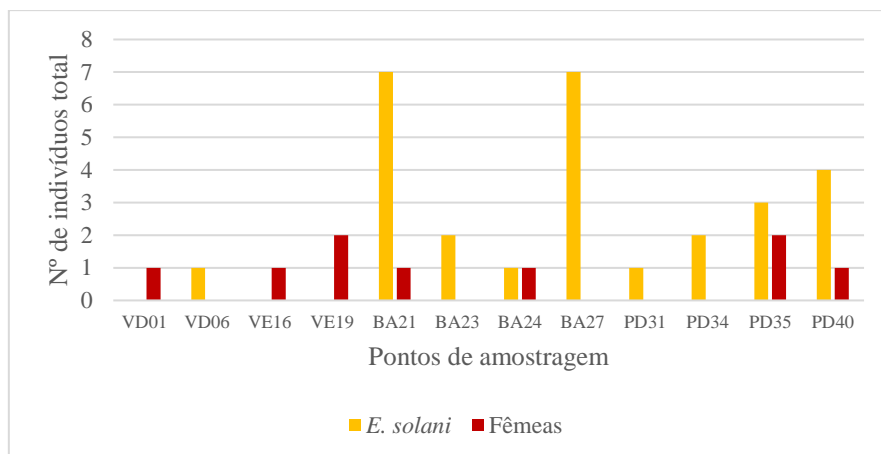


Figura 4.5 Abundância dos machos da espécie *E. solani* e das fêmeas de cigarrinha-verde nas duas amostragens realizadas em fevereiro e abril 2020. No eixo horizontal são representados os pontos (VD, VE, BA, PQ) e armadilhas (1 a 40) onde foram observados exemplares de cigarrinhas-verde. Vinha Defesa (VD), Vinha Enoturismo (VE), Barranco dos Andorinhos (BA) e Pequeno Douro (PD).

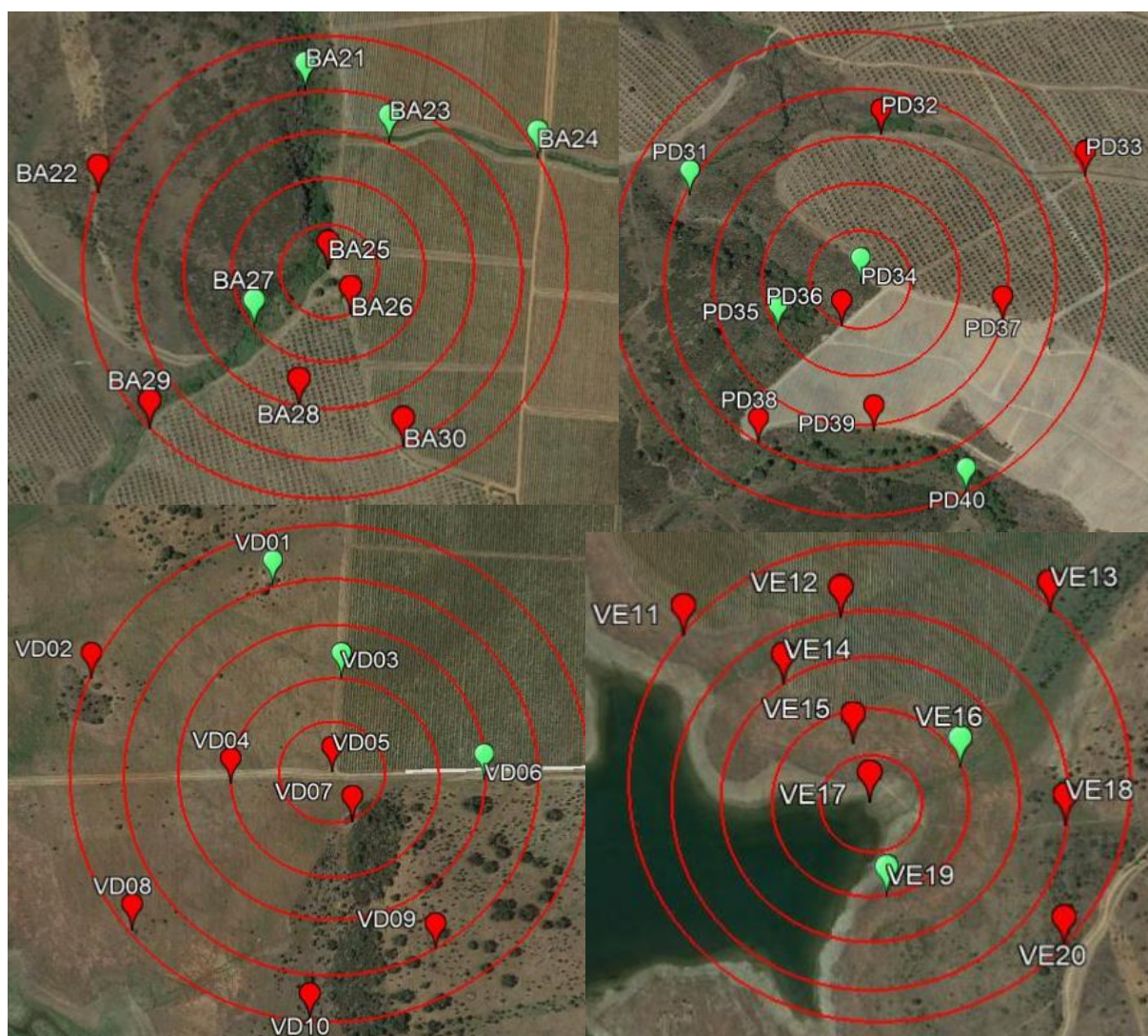


Figura 4.6 Cigarrinhas verdes na vizinhança da vinha na amostragem de fevereiro a abril 2020. A verde, pontos onde foram encontradas cigarrinhas-verdes nas armadilhas Rebell. A vermelho, pontos onde não foram encontrados exemplares. Cada armadilha foi denominada com o acrónimo do nome da zona e nº da armadilha (1 a 40). Vinha Defesa (VD), Vinha Enoturismo (VE), Barranco dos Andorinhos (BA) e Pequeno Douro (PD).

A ANOVA mostrou que a densidade populacional de cigarrinhas-verdes nos 4 pontos estudados não apresentou diferenças significativas, tanto na amostragem realizada no outono 2019 (tabela 4.3) como na amostragem realizada entre fevereiro e abril 2020 (tabela 4.4). Em ambos os casos, os valores de significância são superiores a 0,05, não havendo evidências para rejeitar a hipótese nula.

Tabela 4.3 Resultado do teste da ANOVA de comparação de densidade de cigarrinhas verdes nos 4 pontos amostrados no outono 2019.

	Soma dos Quadrados	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor- <i>p</i>
Entre Grupos	18,129	3	6,043	0,637	0,608
Nos grupos	94,800	10	9,480		
Total	112,929	13			

Tabela 4.4 Resultado do teste da ANOVA de comparação de densidade de cigarrinhas verdes nos 4 pontos amostrados entre fevereiro e abril 2020.

	Soma dos Quadrados	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor- <i>p</i>
Entre Grupos	24,917	3	8,306	1,510	0,284
Nos grupos	44,000	8	5,500		
Total	68,917	11			

4.3. Relação de variáveis climáticas, características ecológicas da vinha e população de cigarrinhas-verdes

De acordo com o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) e os dados registados na Herdade do Esporão verificámos que o ano de 2019 foi relativamente quente e seco em relação aos anos anteriores, com um valor médio de precipitação total de 755,6 mm. Destacam-se valores de temperatura máximos do ar superiores ao valor normal e ocorreram 4 ondas de calor fora estação de verão, mais especificamente em fevereiro, março, maio e setembro. Apenas 3 meses registaram valor de precipitação superiores ao normal, abril, novembro e dezembro. Os meses de janeiro, fevereiro e maio caracterizaram-se por serem mais secos e com menor precipitação que o normal. Os meses de fevereiro, março e maio foram especialmente quentes enquanto que o mês de junho foi o mais frio desde o ano 2000. Outro evento relevante foi a seca que ocorreu entre janeiro e outubro em todo o território nacional (IPMA, 2020).

A comparação múltipla de médias mostrou que a densidade populacional nos diferentes talhões ocupados pela casta Alicante-Bouschet não apresentava diferenças significativas (valor de *p* de 0,789) (tabela 4.5). Exclui-se desta forma as possíveis influências que teriam a composição e cobertura do solo na abundância das cigarrinhas-verdes na vinha.

Tabela 4.5 Resultado do teste da ANOVA de comparação de densidade de cigarrinhas-verde entre os diferentes talhões ocupados pela casta Alicante-Bouschet para a amostragem realizada maio e outubro 2019 na vinha

	Soma dos Quadrados	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor- <i>p</i>
Entre Grupos	13362,889	2	6681,444	0,239	0,789
Nos grupos	921298,750	33	27918,144		
Total	934661,639	35			

Dado que as condições climáticas influenciam o ciclo de vida dos insetos, procurou-se estudar a forma como essas variáveis influenciaram as populações de cigarrinhas-verdes na vinha (Figura 4.7). Contudo, neste estudo, nenhuma das variáveis climáticas que foram testadas apresentaram coeficientes de correlação significativos ($p \leq 0,05$) com a densidade populacional das cigarrinhas-verdes (Tabela 4.6), descartando-se desta maneira a influência das condições climáticas na dinâmica populacional das cigarrinhas-verdes.

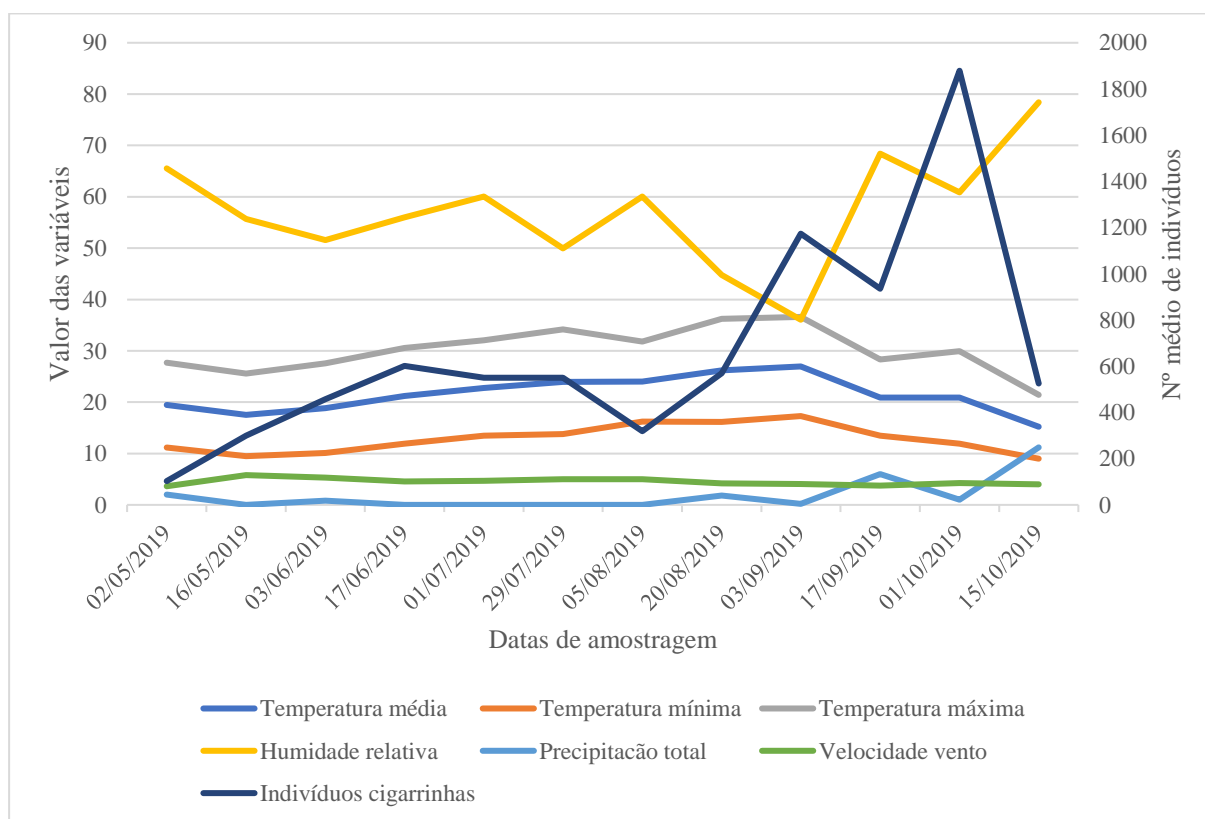


Figura 4.7 Representação do valor das variáveis ambientais analisadas por cada data de amostragem e a abundância média de cigarrinhas verdes de todos os talhões.

Tabela 4.6 Resultados do teste de correlação de Spearman entre a abundância média de cigarrinhas verdes e as variáveis climáticas estudadas. ** Correlação significativa no nível 0,01. * Correlação significativa no nível 0,05.

			Temperatura média	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Humidade relativa	Precipitação total	Velocidade vento	Indivíduos cigarrinhas-verdes
Rô de Spearman	Temperatura média	Coeficiente de correlação	1,000	0,949**	0,979**	-0,594*	-0,377	-0,004	0,445
		Valor- <i>p</i> (2 extremidades)	.	0,000	0,000	0,042	0,227	0,991	0,147
	Temperatura mínima	Coeficiente de correlação	0,949**	1,000	0,907**	-0,466	-0,265	-0,081	0,439
		Valor- <i>p</i> (2 extremidades)	0,000	.	0,000	0,127	0,405	0,803	0,154
	Temperatura máxima	Coeficiente de correlação	0,979**	0,907**	1,000	-0,636*	-0,377	-0,014	0,494
		Valor- <i>p</i> (2 extremidades)	0,000	0,000	.	0,026	0,227	0,966	0,103
	Humidade relativa	Coeficiente de correlação	-0,594*	-0,466	-0,636*	1,000	0,500	-0,452	-0,161
		Valor- <i>p</i> (2 extremidades)	0,042	0,127	0,026	.	0,098	0,140	0,617
	Precipitação total	Coeficiente de correlação	-0,377	-0,265	-0,377	0,500	1,000	-0,777**	0,116
		Valor- <i>p</i> (2 extremidades)	0,227	0,405	0,227	0,098	.	0,003	0,719
	Velocidade vento	Coeficiente de correlação	-0,004	-0,081	-0,014	-0,452	-0,777**	1,000	-0,293
		Valor- <i>p</i> (2 extremidades)	0,991	0,803	0,966	0,140	0,003	.	0,355
	Indivíduos cigarrinhas-verdes	Coeficiente de correlação	0,445	0,439	0,494	-0,161	0,116	-0,293	1,000
		Valor- <i>p</i> (2 extremidades)	0,147	0,154	0,103	0,617	0,719	0,355	.
	N		12	12	12	12	12	12	12

5. Discussão

5.1. Diversidade e abundância na vinha

Os períodos de ocorrência de *Empoasca solani* e *Jacobiasca lybica* na vinha foram diferentes, tendo *E. solani* ocorrido somente durante as 3 primeiras datas de amostragem, maioritariamente em maio, e *J. lybica* apenas aparecido a partir da segunda data de amostragem, alcançando rapidamente grandes densidades. *E. solani* foi observada em densidades relativamente baixas e não se observou nenhum pico de captura. Estes dados vão ao encontro de vários estudos prévios, pois *J. lybica* está adaptada a temperaturas elevadas e climas secos contrariamente a *E. solani* que tem uma menor termofilia (Mazzoni *et al.*, 2003; Habib *et al.*, 2009; Bounaceur *et al.*, 2018). Entre os “picos” observados, registam-se “quebras”, mais ou menos pronunciadas (05/08/19, 20/08/19 e 17/09/19), possivelmente devido à mobilidade dos machos adultos, dentro e fora da parcela, e das fêmeas que procuram novas folhas para a postura, tal como foi observado por outros autores, como Lima (2012). A quebra mais pronunciada observada na primeira amostragem do mês de agosto no talhão T068 não está relacionada com a aplicação de caulino, pois esta aconteceu antes da primeira data de amostragem, em abril; no entanto, observou-se uma subida da humidade relativa de mais de 10% em relação à quinzena anterior, passando de 49,95% a 60,06%, que pode ter sido responsável pela menor densidade de cigarrinhas-verdes capturadas, apesar da análise estatística realizada não ter mostrado uma influência direta das variáveis climáticas sobre as populações de cigarrinhas-verdes. A quebra observada em todos os talhões na quinzena do 17/09/19 também pode estar associada ao aumento brusco da humidade relativa que aumentou mais de 30% em relação ao valor da quinzena anterior. Após o último pico em outubro a presença de cigarrinhas-verdes nas armadilhas decresce significativamente para voltar a valores semelhantes aos observados no início de junho, sugerindo estes resultados que a ação dos adultos na vinha diminui e que iniciam a sua migração para os hospedeiros de inverno, localizados na periferia da vinha. A senescência da vinha tende a acontecer entre novembro e dezembro com as descidas das temperaturas e as primeiras geadas de outono (Sogrape, 2020). Estima-se que a migração das cigarrinhas-verdes para os hospedeiros de inverno tenha começado por causa das condições climáticas e pelo estado do ciclo vegetativo da videira. Várias espécies de plantas foram reconhecidas como hospedeiras de inverno das cigarrinhas-verdes, como *Pinus* sp., *Alnus* sp., e *Quercus* sp., além de várias espécies arbustivas, pelo que a sua presença nas proximidades da vinha é expectável, como registado por Rebelo (1993).

Apesar do curto período em que se realizou a amostragem em ambas as castas, confirmou-se a maior sensibilidade da casta Alicante-Bouschet para cigarrinha-verde, o que vai ao encontro de investigações precedentes (García, 2017; Böhm, 2018). Esta preferência pode ser devida às suas características ampelográficas, principalmente a diferença do indumento da página inferior das folhas, lisas e glabras no caso das castas Antão-Vaz e com indumento na Alicante-Bouschet, que possibilita condições favoráveis ao desenvolvimento dos vários estados da cigarrinha-verde, providenciando maior abrigo para a postura e para as ninfas. A espécie *Jacobiasca lybica* foi considerada como dominante e constante em todos os talhões ocupados pela casta Alicante-Bouschet. No caso da casta Antão-Vaz a dominância foi dividida entre as duas espécies ou não se observou dominância de nenhuma em função do talhão. A partir do início de junho todas as cigarrinhas-verdes identificadas pertenciam à espécie *J. lybica*.

Como já foi mencionado, a Herdade do Esporão está em Modo de Produção Biológico o que restringe a utilização de produtos fitofarmacêuticos e não existem, atualmente, produtos biológicos homologados para o controlo da cigarrinha-verde, sendo apenas permitida a utilização de caulino. Segundo estudos realizados na própria Herdade, a aplicação de caulino nas vinhas permite que as

plantas tenham uma maior resistência a ataques de diversas pragas (Herdade do Esporão, 2017b). Contudo, os dados à disposição não permitem correlacionar a densidade populacional das cigarrinhas-verdes com a aplicação e ação deste tratamento, pois o seu uso ocorreu nas semanas do 8 e 15 de abril 2019, antes do início da amostragem e, por consequência, a possível influência sobre a dinâmica das cigarrinhas-verde não pôde ser analisada.

5.2. Abundância nas zonas de passagem para locais de hibernação

A partir da última data de amostragem realizada na vinha, no dia 15 de outubro, a quantidade de cigarrinhas-verdes presentes nas armadilhas decresceu abruptamente fazendo supor que foi nesse período que começou a migração para a vegetação circundante onde ocorrerá a hibernação. O facto de se ter começado a amostragem nesses locais, nessa altura (novembro) e o de encontrarmos cigarrinhas-verdes da vinha, apesar de a abundância ser reduzida, parece indicar/sugerir que se conseguiu determinar com relativa precisão o movimento de migração para os hospedeiros de inverno. Outro dado curioso, e que vem apoiar o que foi dito anteriormente, é o facto da maioria das cigarrinhas-verdes da vinha nas armadilhas Rebell serem fêmeas enquanto que na última data de amostragem na vinha foram identificados essencialmente machos e todos *J. lybica*. Estes resultados vão ao encontro de estudo prévios, pois são maioritariamente os adultos fêmeas que saem da vinha para hibernar na vegetação envolvente (Touzeau, 1968; Lima, 2008). Na amostragem realizada em novembro e dezembro 2019 foram observadas cigarrinhas-verdes da vinha em 15 pontos, mais de metade deles (8) estavam localizados na vegetação arbustiva mais próxima da vinha e seguindo uma linha de água. Os restantes pontos com indivíduos de cigarrinhas-verdes da vinha localizavam-se na margem da vinha ou numa série de arbustos que separavam a cultura da vinha do olival. Apesar de não existir uma diferença significativa na abundância de cigarrinhas-verdes da vinha entre os 4 locais amostrados (PA, PD, VE, VD), podemos observar uma tendência para os locais com zonas húmidas bordeadas de vegetação arbustivas terem mais cigarrinhas-verdes que nos restantes pontos, provavelmente relacionado com a vegetação ripícola presente.

No segundo período de amostragem, realizado no início de 2020, com a intenção de descobrir quais os locais de entrada das cigarrinhas-verdes na vinha, a quantidade de indivíduos encontrados nas armadilhas também foi relativamente reduzida. A migração para a vinha costuma ocorrer no início da primavera quando as temperaturas são mais amenas e se dá o início da atividade vegetativa da cultura, quando a temperatura do solo ultrapassa os 12°C (Sogrape, 2020). Os meses de janeiro e, especialmente, fevereiro 2020 foram considerados pelo IPMA (2020) uns dos mais secos e quentes dos últimos anos o que levou a um início do novo ciclo vegetativo mais cedo do que o normal, tendo-se iniciado a amostragem ainda no inverno, no final de fevereiro prolongando-se até o dia 2 de abril. Neste período foram identificados 28 machos da espécie *E. solani* e 9 fêmeas, o que vai ao encontro do observado no início da amostragem no ano anterior, pois os indivíduos de *E. solani* foram os primeiros a serem registados nas armadilhas, enquanto que os primeiros indivíduos da espécie *J. lybica* só surgiram no início de junho. A reduzida quantidade de cigarrinhas-verdes da vinha presentes nas armadilhas pode ser devido ao período de amostragem ter-se iniciado demasiado cedo apesar das condições climáticas serem as ideais para a entrada das cigarrinhas-verdes na vinha e/ou ao fotoperíodo não ser o ideal para a cigarrinha-verde. Os pontos nos quais aparecem cigarrinhas-verdes são semelhantes entre as duas épocas de amostragem, o que parece reforçar a indicação de se tratar das zonas de hibernação destes insetos. Como verificado em nov-dez, não existem diferenças significativas entre as 4 diferentes zonas, contudo constata-se novamente maior presença de cigarrinhas-verdes em pontos próximos às linhas de água, rodeados por vegetação arbustiva.

5.3. Relação de variáveis climáticas, características ecológicas da vinha e população de cigarrinhas-verdes

Segundo a bibliografia, um dos fatores de influência na dinâmica populacional destes cicadelídeos são as condições climáticas. Apesar de evidências em outros estudos que demonstram a influência das condições climáticas na dinâmica populacional das cigarrinhas-verdes, tais como Klein (1948) ou Habib (2009), os resultados deste trabalho fazem supor que nenhuma variável climática estudada influenciou a densidade de cigarrinhas-verdes na vinha, e que a sua dinâmica populacional deverá estar relacionada com outros fatores não estudados.

A composição do solo e/ou da cobertura vegetal parece não ter relação sobre as populações de cigarrinhas-verdes. Apesar do solo onde estavam localizados os vários talhões em estudo apresentarem características diferentes, tanto na sua composição como na cobertura vegetal, não foram observadas diferenças significativas na densidade populacional de cigarrinhas-verdes que permita associar estas variáveis à dinâmica das espécies estudadas.

A proximidade de uma linha de água ou a natureza da vegetação envolvente da vinha são aspetos importantes a analisar, e que podem revelar-se fatores que influenciam a abundância das cigarrinhas-verdes.

5.4. Medidas de gestão

Antes de iniciar qualquer medida de proteção fitossanitária na vinha, é essencial que se compreenda quais as principais razões do incremento da abundância da praga. As causas mais frequentes que levam a um desequilíbrio e a um aumento da presença da praga advém geralmente de seleção de cultivares inadequados, abuso de monocultura ou ausência de rotatividade de culturas, perda de espécies auxiliares, fertilização excessiva e/ou práticas culturais inadequadas (Neves, 2012).

Uma fertilização excessiva, sobretudo de azoto, pode levar a uma planta com maior vigor vegetativo, tornando-a mais vulnerável a ataque de pragas, pois a maioria de doenças e pragas atacam preferencialmente plantas com maior vigor. Aconselha-se que as doses de fertilização utilizadas sejam as adequadas às necessidades da cultura, evitando fomentar um vigor vegetativo excessivo (Neves, 2012) e sobretudo equilibrar as dotações de azoto com as de fósforo e, sobretudo, potássio.

A viticultura, por ser uma cultura perene, inviabiliza a utilização da rotação de culturas. Em consequência, as medidas tomadas devem passar por promover a biodiversidade que desempenha um papel fundamental na proteção das culturas, pois ajuda a atrair e estabelecer organismos auxiliares. Ao longo do ciclo de vida, estes organismos vão usar uma série de produtos originados em plantas como fonte de alimento, nomeadamente, pólen, néctar, sementes, melada, etc., além de eventuais presas/hospedeiros alternativos. A reprodução, crescimento, desenvolvimento e sobrevivência dos inimigos naturais vai depender em grande medida destes alimentos. A implementação de infraestruturas ecológicas fomenta a presença destes organismos que são benéficos e que protegem a vinha; estas infraestruturas incluem cobertura vegetal na entrelinha, plantação/ sementeira de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas na bordadura das parcelas, corredores ecológicos e/ou sebes, estruturas que, além de serem uma fonte de alimentos para os organismos auxiliares servem também como locais de abrigo e refúgio para que possam sobreviver em momentos mais críticos, quando as condições ambientais, climáticas ou outras, não sejam idóneas (Franco, 2010). Estas práticas já estão a ser aplicadas na Herdade do Esporão, mas estudos complementares devem ser realizados para determinar com maior precisão quais as espécies vegetais presentes e se são idóneas para a instalação de auxiliares. O principal auxiliar no combate contra a cigarrinha-verde é o himenóptero parasitoide

Anagrus atomus (L. 1767). As taxas de parasitismo podem aumentar caso exista enrelvamento na vinha com adequada diversidade florística e respetivas fontes de alimento. Sebes com roseira-brava, ameixeira, silvas e *Rubus* spp. contribuem para a instalação e mantimento de parasitoides do género *Anagrus*. A eficiência com a qual este parasitoide se torna um agente limitante da cigarrinha-verde vai depender da existência de plantas adequadas na periferia da vinha, a distância de ditas sebes ao longo da vinha, facilidade de acesso a alimentos (néctar, pólen, meladas, etc.) e sistemas de proteção que não afetem a atividade do parasitoide (Franco, 2010). Contudo no decorrer deste trabalho não foram observadas quaisquer cigarrinhas-verdes parasitadas, o que por sua vez não descarta a presença de ovos/ninfas parasitados, pois estes estados do ciclo de vida não são monitorizados pelas armadilhas cromotrópicas que foram utilizadas. Uma questão que ficou sem resposta durante o decorrer deste trabalho é se de facto existe *Anagrus* spp. na Herdade do Esporão, por não ter sido feita uma amostragem específica para o grupo. Aconselha-se, no futuro, o uso de armadilhas amarelas adesivas com a finalidade de perceber se existe *A. atomus* na Herdade do Esporão, caso este não se observar, ponderar uma possível introdução desta espécie auxiliar que está aprovada para o seu uso em Portugal.

Foi comprovado por Tacoli (2017) que o uso do caulino tem um efeito dissuasor sobre várias pragas, ao criar condições de repouso, acasalamento e de oviposição indesejáveis. Observou-se igualmente que o seu uso causa certo nível de mortalidade de ninfas de cigarrinhas-verdes. O caulino foi aplicado no início de abril, 1 a 2 meses antes do início estimado da atividade das cigarrinhas-verdes na vinha, pelo que não se conseguiu observar se a sua aplicação teve algum efeito na abundância da cigarrinha verde na Herdade do Esporão. Aconselha-se a aplicação do caulino de acordo com o ciclo de vida dos insetos em estudo para permitir influenciar negativamente a postura de ovos e alimentação de cigarrinhas-verdes, e repetir o processo após chuva ou simplesmente para intensificar ou manter o seu efeito (Tubajika *et al.*, 2007; Tacoli *et al.*, 2017a). Note-se que o caulino não afeta a atividade de *A. Atomus* (Tacoli *et al.*, 2017).

Relativamente às plantas hospedeiras da cigarrinha-verde em época de hibernação, observou-se uma preferência por vegetação arbustiva que seguia linhas ou fontes de água. Dito isto, seria necessária uma nova monitorização na vegetação circundante da vinha durante as épocas de saída e entrada na cultura, como foi feito no decorrer deste trabalho, mas desta vez, focando-se na vegetação junto a linhas de água, de modo a identificar quais as espécies vegetais junto às linhas de água e preferenciais para as cigarrinhas-verdes passarem o inverno.

Finalmente, os inseticidas de origem biológica e permitidos em MPB devem ser encarados como meios de proteção secundários e de último recurso. Em MPB é permitido o uso de piretrina de origem natural extraídas de *Chrysanthemum cinerariaefolium*, trata-se de um inseticida de grande espectro de ação que atua no sistema nervoso dos insetos como modulador dos sistemas de sódio, causando paralisia seguindo-se pela morte. Deve ter-se sempre em consideração que a aplicação de determinados produtos fitossanitários, mesmo sendo permitidos em MPB, podem prejudicar organismos não alvo, como por exemplo espécies auxiliares. A aplicação de piretrina deverá ser feita com um teor de substância ativa entre 75-90 mL/hL. É aconselhado aplicá-lo quando aparecer a praga e depois de ter ocorrido floração, não ultrapassar 2 aplicações por ano e com um intervalo mínimo de 7 dias entre elas. A substância ativa é sensível à luz solar e ao calor; para um melhor desempenho é aconselhado aplicá-lo no início ou final do dia. Apesar de ser de origem natural, as piretrinas são muito tóxicas para os organismos aquáticos, com efeitos nefastos a longo prazo. No entanto, serão necessários testes e monitorizações para verificar a eficácia deste inseticida (Neves, 2012; DGAV, 2019).

Finalmente, caso haja planos para uma expansão da área de cultivo no futuro, aconselha-se a escolher com prioridade castas mais resistentes à cigarrinha-verde face às que apresentem maior

suscetibilidade. A escolha de cultivares resistentes à praga, além de adaptadas às condições edafoclimáticas da Herdade do Esporão, é um dos primeiros passos para uma cultura resistente e saudável.

6. Conclusões

Este trabalho permitiu identificar mais de 8000 cigarrinhas-verdes que pertenciam somente a duas espécies, *Empoasca solani* e *Jacobiasca lybica*. Verificou-se um aumento progressivo da abundância destas cigarrinhas-verdes a partir do mês de maio alcançando o máximo na primeira semana de outubro e durante os 5 meses que duraram as amostragens constatou-se alguns picos de menor amplitude (17/06/2019 e 03/09/2019) que poderiam ter sido influenciados por variações bruscas de temperatura e humidade relativa, da mesma forma que os mínimos que ocorreram a 05/08/2019 e 17/09/2019. *E. solani* foi a primeira espécie a ser capturada, ocorrendo entre a primeira e terceira data de amostragem (02/05/2019 – 03/06/2019) e principalmente na casta Antão Vaz, a partir da quarta data de amostragem (17/06/2019) só foram identificados indivíduos da espécie *J. lybica*. Em termos de dominância e frequência, *J. lybica* foi classificada como uma espécie dominante e constante em relação a *E. solani*, espécie não dominante e acessória. A casta Antão Vaz demonstrou ter maior resistência ao ataque das cigarrinhas-verde comparativamente a casta Alicante-Bouschet, podendo esta diferença de suscetibilidade ser explicada pelas diferentes características ampelográficas de cada casta, especialmente o indumento. O efeito do caulino sobre a praga não pode ser avaliado pois como já foi mencionado a sua aplicação ocorreu várias semanas antes do início das amostragens.

Através da amostragem realizada na vegetação circundante à vinha no outono de 2019, conseguiu-se acompanhar o movimento migratório para a vegetação hospedeira de inverno e, na primavera de 2020, o movimento contrário de regresso à vinha. Constatou-se que a maioria dos indivíduos que migraram eram fêmeas, o que está de acordo com estudos prévios, pois são essencialmente as fêmeas que migram para a vegetação circundante. Observou-se uma preferência por parte das cigarrinhas-verdes em hibernarem em vegetação arbustiva localizada junto a linhas ou fontes de água.

Contrariamente ao mencionado na bibliografia, não se observou a existência de relação significativa entre as condições ambientais e a variação de abundância das cigarrinhas-verdes. A dinâmica populacional poderia estar relacionada com outras variáveis que não foram estudadas no presente trabalho, como por exemplo a proximidade com linhas de água ou a natureza da vegetação junto à vinha.

Um programa de gestão mais eficiente passaria pela utilização de armadilhas destinadas a identificar a existência de potenciais inimigos naturais das cigarrinhas-verdes e criar ou melhorar condições ambientais destinadas a que os inimigos naturais identificados se instalem e desenvolvam. Por outro lado, a aplicação do caulino de acordo com o ciclo de atividade destes insetos assim como o uso de castas mais resistentes à praga, caso se expanda a área de cultivo, são outras medidas benéficas. Como último recurso, pode-se testar inseticidas de origem natural à base de piretrina ou verificar se outros inseticidas passíveis de uso em MPB, como azadiractina, óleo de amargoseira ou spinosade conseguem combater a praga com eficácia.

Este trabalho levantou algumas questões, nomeadamente em relação aos inimigos naturais das cigarrinhas-verdes: Existem na Herdade do Esporão? Se sim, em que abundância? A biodiversidade presente é a ideal para a instalação e desenvolvimento desses organismos auxiliares? Além dos inimigos naturais algumas questões surgiram em relação aos hospedeiros de inverno das cigarrinhas-

verdes. Percebemos que tinham preferência para vegetação arbustiva e junto às linhas de água, mas existem algumas espécies vegetais que sejam mais propícias em tornarem-se hospedeiras durante o inverno? Se sim, quais?

Referências

- Amaro, P., 2003. *A Protecção Integrada*. Lisboa: ISA/Press, pp.19-301.
- Andrade, A., 2013. *Manual Prático De Materiais Vitícolas*. Castelo Branco: Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro, pp.108-120.
- Baggiolini, M., Canevascini, V. e Caccia, R., 1971. La cicadelle verte (*Empoasca flavescens* F.), cause d'importants rougissements du feuillage de la vigne. *EPPO Bulletin*, 1, pp.43-48.
- Barber, V., 2017. *Mosquito Verde Vid: Descripción, Daños Y Tratamiento*. [online] VitiViniCultura.net. Disponível em: <<https://www.vitivinicultura.net/mosquito-verde-vid.html>>
- Biedermann, R. e Niedringhaus, R., 2009. *The Plant- And Leafhoppers of Germany*. Scheessel: WABV Fründ.
- Böhm, J., 2018. *Garnacha Tintorera / Alicante-Bouschet - Vine to Wine Circle*. [online] Vine to Wine Circle. Disponível em: <http://www.vinetowinecircle.com/castas_post/garnacha-tintorera-alicante-bouschet/>
- Bono, G., Ammavuta, G., Federico, R. e Spatafora, F., 2005. Le cicaline verdi della vite in Sicilia occidentale. *L'Informatore Agrario*, 61(30), pp.63-66.
- Bounaceur, F., Zohra Bissaad, F. e Doumandji-mitiche, B., 2018. Etude de la biocenose viticole du nord Algerian. *Journal Scientifique Libanais*, 19(2), pp.150-176.
- Coelho, A., 1983. A cicadela verde das vinhas. *Ao Serviço da Lavoura*, 175, pp.22-24.
- Costa, J., Pereira, F., Santos, A. e Teixeira, C., 2011. Cigarrinha-verde *Empoasca* sp. (Hemiptera: cicadellidae) em pinhão-mansão no município de Porto Velho, Rondônia. Brasília: Embrapa, pp.1-2.
- CVRVV, 2020. *Pragas*. [online] Viticultura.vinhoverde.pt. Disponível em: <<https://viticultura.vinhoverde.pt/pt/sanidade-videira-pragas-cigarrinha-verde>>
- Della Giustina, W., Ribaut, H., Bonfils, J. e Le Quesne, W., 1989. *Homoptères Cicadellidae*. Paris: Federation Francaise des Societes de Sciences Naturelles.
- Deutsch, C., Tewksbury, J., Tigchelaar, M., Battisti, D., Merrill, S., Huey, R. e Naylor, R., 2018. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science*, 361(6405), pp.916-919.
- Direção-Geral De Agricultura e Desenvolvimento Rural. 2020. *Modo De Produção Biológico*. [online] Disponível em: <<https://www.dgadr.gov.pt/sustentavel/modo-de-producao-biologico>>

- DGAV, 2019. *Inseticidas Homologados Para Cigarrinha-Verde E Cigarrinha Da Flavescência Dourada*. [online] Dgav.pt. Disponível em: <http://www.dgav.pt/fitofarmaceuticos/guia/finalidades_guia/Insec&Fung/Culturas/videira.htm> [Accessed 7 November 2020].
- Dmitriev, D., 2003-presente. *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon, 1922). [online] 3I Interactive Keys and Taxonomic Databases. Disponível em: <<http://dmitriev.speciesfile.org/taxahelp.asp?hc=19323&key=Erythroneura&lng=En>>
- El-Fakharany, S. e Hegazy, F., 2017. Leafhopper, *Jacobiasca lybica* (Bergevin and Zanon) (Hemiptera: Cicadellidae) on okra plants and associated parasitoids. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. A, Entomology*, 10(7), pp.173-179.
- Eurostat, 2019. *Superfícies cultivadas de maneira biológica por métodos de produção agrícola e culturas vegetais (a partir de 2012)*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union.
- Falcão, A., 2017. *Esporão: Revolução Ambiental Em Reguengos*. [online] Grandes Escolhas. Disponível em: <<https://grandesescolhas.com/espao-revolucao-ambiental-em-reguengos/>>
- Fátas Cabeza, G., 2002. Agua, sal, pan, vino y aceite en Roma. *Cuadernos de Aragón*, 28, pp.117-152.
- Félix, A. e Cavaco, M., 2009. *Felix & Cavaco 2009 Manual De Proteção Fitossanitária Para Proteção Integrada E Agricultura Biológica Da Vinha*. Lisboa: Felix & Cavaco 2009 Manual de proteção fitossanitária para proteção integrada e agricultura biológica da vinha, pp.1-17.
- Ferreira, J., 2009. *As Bases Da Agricultura Biológica*. Castelo de Paiva: Edibio, pp.419-423.
- Fraga, H., García de Cortázar Atauri, I., Malheiro, A. e Santos, J., 2016. Modelling climate change impacts on viticultural yield, phenology and stress conditions in Europe. *Global Change Biology*, 22(11), pp.3774-3788.
- Franco, J., 2010. Infraestruturas ecológicas e limitação natural dos inimigos das culturas fruteiras. In: *2º Simpósio Nacional de Fruticultura*. Castelo Branco: Actas Portuguesas de Horticultura, pp.255-265.
- García, A., 2017. *Las Denominaciones De Origen Protegidas De Alimentos Como Vectores Del Desarrollo Turístico Y Rural En Extremadura*. 1st ed. Madrid: Vision libros, pp.163-165.
- Glenn, D. e Puterka, G., 2005. Particle films: a new technology for agriculture. *Horticultural Reviews*, 31, pp.1-44.
- Gonzalez-Andujar, J., Lopez, M., Ocete, R., Lara, M. e Ramírez Dávila, J., 2005. *La Problemática Causada Por El Mosquito Verde, Jacobiasca Lybica* (Bergevin & Zanon) (Hemiptera, Cicadellidae) *En El Viñedo Andaluz*. Junta de Andalucía.

- Habib, A., Badawi, A. e Herakly, F., 2009. Biological Studies on Certain Species of Leafhoppers (Hemiptera - Cicadellidae) in Egypt. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 71(1-4), pp.172-178.
- Herdade do Esporão, 2015. *Terminaram As Vindimas, Começaram As Sementeiras*. [online] Esporão. Disponível em: <<https://www.esporao.com/pt-pt/sobre/praticas-agricolas/terminaram-as-vindimas-comecaram-as-sementeiras.html/>>
- Herdade do Esporão, 2017a. *Relatorio 2017*. pp.10-69
- Herdade do Esporão, 2017b. *Sete Olhares Sobre O Esporão Colheita: Vinha / Esporão*. [online] Esporão. Disponível em: <<https://www.esporao.com/pt-pt/sobre/herdade-do-esporao/sete-olhares-esporao-colheita-vinha.html/>>
- Hosny, M. e El-Dessouki, S., 2009. Ecological and Biological Studies on *Empoasca* spp. (Jassidae) in the Cairo Area, U.A.R. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 60(1-4), pp.397-411.
- IPMA, 2020. *Instituto Português Do Mar E Da Atmosfera*. [online] Ipma.pt. Disponível em: <<http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&cmbAno=2019&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=2019>> [Accessed 16 November 2020].
- IVV - Instituto da Vinha e do Vinho. 2020. *Produção*. [online] Disponível em: <<https://www.ivv.gov.pt/np4/36/>>
- Jordão, A., 2007. Gestão do solo na vinha. *Texto elaborado no âmbito do Plano de Acção para a Vitivinicultura da Alta Estremadura*, pp.1-5.
- Klein, H., 1948. Notes on the Green Leafhopper, *Empoasca lybica*, Berg. (Hom. Jassid.) in Palestine. *Bulletin of Entomological Research*, 38(4), pp.579-584.
- Klerks, W. e Lenteren, v., 1991. *Natural Enemies of Jacobiasca (Empoasca) Lybica (Homoptera: Cicadellidae): A Review with An Annotated Bibliography*. Wageningen: Unknown Publisher, pp.5-23.
- Leitão, J., 2015. *A Cultura Da Vinha Em Portugal E As Consequências Da Adesão À União Europeia. Caso De Estudo: A Região Demarcada Do Douro*. MSc. Universidade Nova de Lisboa.
- Lentini, A., Perra, M. e Serra, G., 2008. *La Coltivazione Dell'Uva Da Tavola In Ambiente Mediterraneo*. Cagliari: AGRIS Sardegna, pp.205-218.
- Lima, C., 2012. *Elaboração De Um Plano De Amostragem Para Empoasca Vitis Goethe (Homoptera: Cicadellidae) Em Vinha Na Sub-Região Do Lima Da Região Demarcada Dos Vinhos Verdes*. MSc. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima.

- Linder, C. e Remund, U., n.d. *La Cicadelle Verte De La Vigne - Empoasca Vitis (Goethe)*. Wädenswil: Eidgenössische Volkswirtschaftsdepartement, pp.1-3.
- Loi, T. e Zanardi, D., 1969. *Giornate Fitopatologiche 1969 - Le Cicaline Della Vite In Sardegna*. pp.239-244.
- Marian, O., 2018. *Tendências De Consumo De Alimentos Biológicos: Estudo Do Cliente Do El Corte Inglés*. MSc. Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação Universidade Nova de Lisboa.
- Marucci, R., 1998. *Espécies De Cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae: Cicadellinae) Em Pomares De Citro Da Região De Bebedouro (Sp)*. MSc. Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz.
- Mazzoni, V., Andrea, L., Varner, M., Mattedi, L., Bacchi, G. & Bagnoli, B., 2003. First remarks on the leafhopper population in a vine-growing area of South-Western Sicily. *IOBC-WPRS Bulletin*, 26, pp.227-231
- Mourão, I., 2007. *Manual De Horticultura No Modo De Produção Biológico*. Ponte de Lima: Escola Superior Agrária de Ponte de Lima/IPVC, pp.1-18.
- Mosna, A., 2005. *Dinamica di popolazione e parassitizzazione di Empoasca vitis Göthe in vigneti trentini a conduzione biologica*. MSc. Istituto Agrario di San Michele all'Adige.
- Neto, E., 2014. Cidadela ou cigarrinha verde. *Direção Regional de Agricultura e Pescas no Algarve.*, pp.1-4.
- Neves, M., 2012. *Conversão Para Viticultura Biológica*. MSc. Instituto Politécnico de Viana do Castelo.
- Observatoire National De L'Agriculture Biologique, 2019. *L'agriculture Bio Dans Le Monde*. Les Carnets Internationaux De L'Agence Bio. pp.3-10.
- Oliveira, N., 2020. *Plano De Gestão De Biodiversidade E Serviços Dos Ecossistemas Herdade Do Esporão*.
- Picornell Buendía, M. e Meleno Martínez, J., 2017. Historia de cultivo de la vid y el vino; su expresión en la Biblia. *Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 27, pp.217-246.
- Quartau, J., Fançony, A. e André, G., 1989. *Jacobiasca lybica (Bergevin & Zanon, 1922) (Homoptera: Cicadellidae, Typhlocybinae) a new leafhopper infesting wineyardas in Southern Portugal*. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Entomologia*, 12, pp.129-136.
- Quartau, J. e Rebelo, M., 1992. Estudos preliminares sobre cicadelídeos que constituem pragas das vinhas em Portugal. *Boletín de sanidad vegetal Pragas*, 18(2), pp.407-417.

- Quintal Vitis, 2015. *Antão Vaz*. [online] Quintalvitis.com. Disponível em: <<http://www.quintalvitis.com/castas/antaovaz.php>>
- Ramírez-Dávila, J. e Porcayo-Camargo, E., 2008. Distribución espacial de las ninfas de *Jacobiasca lybica* (Hemiptera: Cicadellidae) en un viñedo en Andalucía, España. *Revista Colombiana de Entomología*, 34(2), pp.169-175.
- Raposo, M., 2003. As cigarrinhas verdes na vinha portuguesa. *Sapecargo*, pp.1-4.
- Raposo, M. e Amaro, P., 2003. Leafhopper species, its behaviour and its risk assessment in Portuguese vineyards from 1997 to 1999. *IOBC-WPRS Bulletin*, 26(8), pp.241-246.
- Rebelo, T., 1993. *Estudo das Cigarrinhas Verdes da Vinha (Homoptera, Cicadellidae) Numa Perspectiva de Proteção Integrada: Biologia, Ecologia e Estratégias De Luta*. MSc. Instituto Superior de Agronomia.
- Regulamento, 2007. Regulamento (CE) n.º 834/2007 do Conselho, de 28 de junho de 2007, relativo à produção biológica e à rotulagem dos produtos biológicos e que revoga o Regulamento (CEE) n.º 2092/91. *Jornal Oficial da União Europeia*, 189, pp.1-23
- Regulamento, 2008. Regulamento (CE) n.º 889/2008 da Comissão, de 5 de setembro de 2008, que estabelece normas de execução do Regulamento (CE) n.º 834/2007 do Conselho relativo à produção biológica e à rotulagem dos produtos biológicos, no que respeita à produção biológica, à rotulagem e ao controlo. *Jornal Oficial da União Europeia*, 250, pp.173-256
- Rodrigues, A., 2020. *Herdade Do Esporão Viticultura Sustentável*.
- Santos, F., 2016. *Utilização De Modelos Agrometeorológicos Na Previsão De Ocorrência De Plasmopara Vitícola (Berk. E Curtis), Aplicado Às Castas Antão Vaz E Alfrocheiro Da Região Da Vidigueira*. MSc. Instituto Politécnico de Beja, Escola Superior Agrária.
- Savary, S., Ficke, A., Aubertot, J. e Hollier, C., 2012. Crop losses due to diseases and their implications for global food production losses and food security. *Food Security*, 4(4), pp.519-537.
- Seabra, S., Rebelo, T., Figueiredo, E., Figueiredo, C., Neto, C., Henriques, T., Alvarez, O., 2019. *Entomofauna Da Herdade Do Esporão*. Projeto bioindicadores. pp.1-9.
- Sharma, S., Kooner, R. e Arora, R., 2017. *Breeding Insect Resistant Crops for Sustainable Agriculture*. Singapore: Springer, pp.45-66.
- Sogrape, 2020. *O Ciclo Vegetativo Da Vitis Vinifera*. [online] Sograpevinhos.com. Disponível em: <https://www.sograpevinhos.com/enciclopedia/guia_vinha/ciclo> [Accessed 1 November 2020].

- Syngenta, 2020. *Mosquito Verde En Viña / Syngenta*. [online] Syngenta. Disponível em:
<<https://www.syngenta.es/mosquito-verde-en-vina>>
- Tacoli, F., Pavan, F., Cargnus, E., Tilatti, E., Pozzebon, A. e Zandigiacomo, P., 2017. Efficacy and Mode of Action of Kaolin in the Control of *Empoasca vitis* and *Zygina rhamni* (Hemiptera: Cicadellidae) in Vineyards. *Journal of Economic Entomology*, 110(3), pp.1164-1178.
- Tacoli, F., Mori, N., Pozzebon, A., Cargnus, E., Da Vià, S., Zandigiacomo, P., Duso, C. and Pavan, F., 2017a. Control of *Scaphoideus titanus* with Natural Products in Organic Vineyards. *Insects*, 8(4), p.129.
- Touzeau, J., 1968. La cicadelle *Empoasca flavescens* et le grillage de la vigne dans le SudOuest de la France. *Bulletin de la protection des végétaux*, 33, pp.31-35.
- Trentini, R., 1962. La cicalina della vite e dei fruttiferi. *Informatore Fitopatologico*, 12, pp.186-189.
- Tubajika, K., Civerolo, E., Puterka, G., Hashim, J. and Luvisi, D., 2007. The effects of kaolin, harpin, and imidacloprid on development of Pierce's disease in grape. *Crop Protection*, 26(2), pp.92-99.
- Vaz, I., 2017. *Vitivinicultura Biológica: Método Adequado Para A Conservação Da Natureza?*. MSc. Universidade de Aveiro.
- VCR, 2014. *Catálogo Geral Das Castas E Dos Clones De Uva De Vinho E De Mesa*. [online] Vivairauscedo.com. Disponível em:
<http://www.vivairauscedo.com/pdf/catalogo_portoghese.pdf>
- Wilson, T., Pickett, C., Flaherty, D. and Bates, T., 1989. French prune trees: refuge for grape leafhopper parasite. *California Agriculture*, pp.7-8.